

Eduardo Sáenz de Cabezón

INVITACIÓN AL APRENDIZAJE

El placer de aprender
durante toda la vida



Eduardo Sáenz de Cabezón

INVITACIÓN AL APRENDIZAJE

La alegría de aprender durante toda la vida
(y cómo hacerlo bien)



Para ti, Lucía.

*Al ir escribiendo, iba sabiendo cada vez más que este libro
lo escribía para ti*

PRÓLOGO

Somos un animal que aprende

Sigues aprendiendo y aprendiendo, y en algún momento aprendes algo que nadie había aprendido nunca antes.

RICHARD FEYMANN,
Premio Nobel de Física, 1965

Vive como si fueras a morir mañana. Aprende como si fueras a vivir para siempre.

MAHATMA GANDHI

Todos conocemos el cuento de *Los tres cerditos y el lobo*. Tres cochinitos hermanos viven tranquilamente hasta que un lobo amenaza esa plácida vida de juegos. Los cerditos deciden construir casas para protegerse del lobo, pero no lo hacen con el mismo esmero. El primero decide construirla de paja, que es fácil de manejar y sencilla de obtener. Así podrá terminar rápido y jugar todo el tiempo que quiera. El segundo decide construirla con ramas y palos. Está seguro de que va a encontrarlos fácilmente por los alrededores y así también terminará pronto de construir su casa y podrá ponerse a jugar con su hermano. El tercer hermano, el mayor, es más concienzudo y decide edificar una casa de ladrillo, que es

mucho más resistente. Construye una casa grande con chimenea incluida, aunque eso suponga aparcar de momento la diversión. Finalmente llega el lobo con ánimo de comerse a los cerditos, y cada uno de ellos se refugia en la casa que ha construido. El lobo va a por el primero, el que había construido la casa de paja, se pone a soplar y a soplar y la derriba enseguida. El cerdito huye a refugiarse en la casa de ramas que construyó su hermano, pero el lobo, soplando, también la derriba con facilidad. Ambos cerditos logran escapar rápidamente, refugiándose en la casa de ladrillo del tercer hermano. El lobo llega a esta tercera casa, sopla y sopla, pero no consigue derribarla, y trata entonces de meterse por la chimenea para comerse a los tres cerditos. Al intentar entrar se quema con un caldero de agua hirviendo que estaba puesto en el fuego y huye para siempre. Los tres cerditos, muy contentos, celebran que se han librado del lobo.

El cuento es muy conocido, hay cientos de variantes, lo hemos escuchado y contado muchísimas veces, incluso existen versiones cinematográficas. Pero hay en torno a este cuento una pregunta que me asaltó hace años, y que he hecho a muchos niños y adultos. Es la pregunta con la que quiero empezar este libro:

¿Quién es el protagonista del cuento de los tres cerditos?

Reflexiona un minuto, trata de pensar en quién es el protagonista y por qué. Después, sigue leyendo y verás las respuestas con las que me he encontrado, qué es lo que pienso yo y por qué he elegido el cuento infantil de *Los tres cerditos* para comenzar este libro.

Muchas de las personas a las que he preguntado, la mayoría, me responden que el protagonista es el lobo, porque es el que desencadena la acción, el que encarna la amenaza que inicia la aventura. Y en cierto modo puede pensarse así, efectivamente el

centro del cuento es el lobo. Pero eso no lo convierte en protagonista, creo que no. Otras muchas personas me dicen que claramente el protagonista es el hermano mayor, porque es el que hace lo correcto, es el que acaba venciendo al lobo y sirviendo de ejemplo a sus hermanos menores. Y no les falta razón, al final quien resuelve el problema es el hermano mayor. Sin embargo, tampoco considero que sea el cerdito mayor el protagonista de esta historia. Los cuentos tradicionales rara vez dan respuestas cerradas a las cuestiones que plantean, pero en esta ocasión quiero compartir contigo la que creo que es la respuesta más adecuada a quién es el protagonista de *Los tres cerditos*. En este cuento, a mi juicio, los protagonistas son los dos hermanos pequeños, esos descuidados holgazanes que construyeron la casita de paja y la casita de ramas. Y lo son porque son los únicos que aprenden algo en esta historia, o al menos los únicos que tienen la oportunidad de aprender y cambiar su forma de hacer las cosas. Por tanto, esos cerditos nos llevan a nosotros a poder aprender también algo del cuento. El lobo no cambia, no aprende, es un carnívoro hambriento desde el principio hasta el final. El lobo actúa por instinto y, dependiendo de las versiones, acaba mal o peor. Por su parte, el hermano mayor actúa bien desde el principio, no aprende nada, simplemente sirve de ejemplo para sus hermanos, él tiene claro desde el principio lo que hay que hacer y lo hace. Está en el cuento como una manifestación de la solución al problema que se plantea en la historia, no evoluciona. Sin embargo, los hermanos pequeños sí que aprenden, o al menos tienen la oportunidad de hacerlo. Los pequeños no actuarán de la misma forma ante una nueva amenaza del lobo, son los que se han dado cuenta de que han de hacer algo distinto, deben mejorar, son los que ven que la solución que han dado no sirve, que tienen que variarla. Y es que en el centro de todo

aprendizaje está el cambio. Los dos hermanos han cambiado desde el inicio del cuento hasta el final. Y nosotros con ellos. Porque para eso es el cuento, este y cualquier otro cuento popular. Todo cuento nos enseña algo, en un sentido muy amplio de la palabra. Hay una dificultad, una prohibición que se rompe, un cambio en el plácido estado de las cosas, y el cuento consiste en una superación de ese reto para volver a lo que teníamos antes, o más bien para volver a una versión mejorada de lo que teníamos antes. Esa mejora es el aprendizaje, o se produce a través del aprendizaje. No hace falta que las historias pretendan enseñarnos ciertos valores de modo explícito e intencional, más bien nos colocan ante situaciones en las que nos planteamos nuestro proceder a través de las actitudes y las acciones de los personajes. Si te fijas en el cuento de *Los tres cerditos*, los hermanos pequeños (y a través de ellos los oyentes del cuento) podrían pensar también que, ya que el hermano mayor les ha solucionado el problema con el lobo, ellos pueden despreocuparse tranquilamente y confiar en que su hermano les ayude siempre. ¿Cuál es entonces la «lección» del cuento? ¿No ser descuidado y hacer las cosas con interés? ¿O se trata más bien de una invitación a rodearse de gente que pueda solucionar tus problemas? El cuento no lo resuelve, nos deja que lo hagamos nosotros, nos abre a la conversación (que es una magnífica aliada del aprendizaje). Los buenos cuentos son así, nos permiten abrir procesos que nos llevan a crecer. Esto ocurre de manera particular en los cuentos tradicionales, historias que han ido pasando de boca en boca durante generaciones y han construido nuestras maneras de estar en el mundo. En muchos de los cuentos tradicionales suele haber uno o varios personajes que nos dan la mano y nos dicen: «Acompáñame en estas aventuras, yo correré los peligros por ti, yo sufriré o triunfaré y tú lo harás conmigo, sin riesgos ni dolores. Y

podrás llevarte del cuento los aprendizajes que yo adquiriera, las lecciones que seas capaz de extraer de las aventuras que corramos». Normalmente son esos personajes los protagonistas del cuento, y lo son porque evolucionan, porque cambian, porque aprenden, y porque nos permiten aprender con ellos. Fíjate en tus cuentos favoritos, pero también en las películas o series que te gustan. Verás que muchas veces hay un personaje con el que nos sentimos identificados, y ese personaje aprende algo, modifica su comportamiento para salir de la situación difícil en que la trama lo ha colocado. El protagonista toma decisiones, y en ellas se compromete con la trama, haciendo que nosotros nos comprometamos también. Las historias nos sirven de escenario ficticio donde adquirir aprendizajes reales.

Los seres humanos llevamos contándonos historias desde hace milenios y seguimos haciéndolo cada día. Las historias han conformado nuestra identidad, y el hecho de saber narrarnos historias los unos a los otros tuvo un papel fundamental en el hecho de que nuestra especie prevaleciera sobre cualquier otra que haya poblado esta tierra con nosotros. Casi todos los cuentos poderosos incluyen entre sus ingredientes el diálogo con la muerte, con el amor o con ambos. Y eso es así porque la muerte y el amor son los ingredientes fundamentales de nuestra vida. Estamos condicionados por la muerte y las limitaciones de nuestra existencia, y eso marca muchas de nuestras decisiones vitales. Por otro lado, el amor, todo tipo de amor (familiar, de amistad, romántico...) es el impulso primario de nuestra lucha por la felicidad o por la plenitud de la vida. Y es que, salvo excepciones, y con diferentes intensidades, somos seres sociales. La muerte y el amor son dos ingredientes esenciales de nuestra vida, sí, pero si hay algo que nos convierte en protagonistas de nuestra propia historia, es el aprendizaje. El

aprendizaje es el motor y el resultado de nuestros esfuerzos y de nuestro paso por la existencia. Lo que aprendemos nos construye. Somos lo que aprendemos y los intentos por conseguirlo. Además, nuestra especie es particularmente propensa a aprender a través de historias. Esto tiene su reflejo incluso a nivel cerebral: las conexiones entre nuestras neuronas, lo que en definitiva constituye la materialidad del aprendizaje, se producen de un modo más efectivo cuando escuchamos historias que casi con cualquier otro tipo de discurso.

Aprender es inevitable

Aprender es en cierto sentido inevitable, nuestra vida es un continuo aprendizaje del que no podemos escapar. El aprendizaje es la capacidad más extraordinaria de nuestro cerebro, lo cual equivale a decir que es la capacidad más extraordinaria del ser humano. Que nuestro propio cerebro se modifique, físicamente, para ser capaz de leer, de tocar la guitarra, de realizar complejos cálculos matemáticos, de cuidar mejor de nuestros semejantes... es una maravilla que no tiene igual en el resto de la naturaleza. El cerebro de un bebé humano es la máquina de aprendizaje más perfecta que existe, no hay animal ni planta ni inteligencia artificial que se acerque ni por asomo a la capacidad de aprendizaje de nuestros bebés. Y esa capacidad mantiene su fascinante aptitud a lo largo de toda la vida. La ejercemos continuamente, de forma intencional o inconsciente. La podemos cultivar y alimentar para tener una experiencia del mundo más rica, o podemos descuidarla y perder la oportunidad que cada día tenemos al alcance de nuestros sentidos. De todas maneras, no podemos evitar por completo sufrir los cambios que el contacto con el mundo produce en nosotros. Nos vamos transformando con cada experiencia, con cada suceso, con

cada intento, con cada logro y con cada fracaso, cada uno de los días de nuestra vida. De modo que, ya que es así, ya que aprender es inevitable, tratemos de hacerlo de una forma consciente y enriquecedora. Y celebrémoslo, porque la capacidad de aprender es una de las mayores riquezas que tenemos. Y una de las mayores fuentes de placer.

La capacidad de aprendizaje la tenemos todos, durante toda la vida. Es verdad que se presenta con distintas intensidades, con diferencias individuales y con variaciones a lo largo de la vida. La podemos ejercer con más o menos dificultades, pero es universal. Ahora bien, aclaremos esto: que seamos capaces de aprender toda la vida no quiere decir que no tengamos que cuidar esa capacidad, ya que no es indestructible. Hay facultades asociadas al aprendizaje que son frágiles, y que, si las desatendemos, acaban atenuándose mucho y dejamos de ejercerlas, lo cual es una pena. La más importante de todas es el afán de saber, la curiosidad, el amor por el conocimiento. Mantener una curiosidad activa es uno de los ingredientes principales de una vida plena. Por eso es tan importante que sepamos disfrutar del aprendizaje, que sepamos cómo aprender mejor, y así gozar de una existencia llena de aprendizajes enriquecedores.

Esa es la intención de este libro.

Este no es un libro de autoayuda, en el sentido de que no ofrece recetas universalmente válidas sobre cómo aprender —no existe tal cosa—, y tampoco es una colección de frases motivadoras en las que apoyarte cuando tengas dudas o dificultades durante el aprendizaje. Pero de todas formas sí que tiene una intención práctica. Durante todo el libro vamos a tratar de aprender cosas y a reflexionar sobre la forma en que acometemos y realizamos esos aprendizajes. Y también vamos a encontrar apoyos para los

momentos de duda y dificultad. Estoy profundamente convencido de que el conocimiento y la evidencia científica son los más sólidos fundamentos para nuestra vida de aprendizajes. Así pues, podríamos decir que se trata de un libro de *ciencia-ayuda*. Se sabe mucho sobre cómo aprendemos, hay muchísimo conocimiento científico sobre cómo nuestro cerebro adquiere nuevas capacidades y sobre cómo funcionan los mecanismos del aprendizaje desde el punto de vista neurológico. Este conocimiento científico de base ha llevado a los psicólogos y expertos en ciencias del aprendizaje a comprobar qué prácticas y hábitos podemos utilizar para mejorar de manera efectiva nuestros procesos de aprendizaje, cómo podemos aprender mejor. Las prácticas eficaces para el aprendizaje estarán presentes en este libro, pero no con el propósito de generar un método de aprendizaje universal, que le sirva a cualquier persona para aprender cualquier cosa, sino más bien con la intención de ser conscientes de que se puede adquirir la capacidad de aprender mejor, *aprender a aprender*, de forma que nos cuestionemos nuestros propios hábitos, los de cada cual, y podamos mejorarlos para que nos resulten más enriquecedores.

Este tampoco es un libro solamente sobre la felicidad que proporciona el aprendizaje, aunque esta va a estar muy presente a lo largo de sus páginas, porque una vida rica en aprendizajes tiene muchos más boletos para ser una vida plena y feliz. Aprender es seguramente lo que prefiero en esta vida. Y no soy el único. A lo largo de las muchas conversaciones que subyacen a las páginas que vas a leer, me he encontrado auténticos entusiastas del aprendizaje. Muchas personas a las que aprender cosas nuevas es lo que más les gusta de la vida. También he encontrado, tengo que decirlo, algunas personas que afrontan con desánimo sus procesos de aprendizaje. Estas personas se sentían a disgusto con ese

desánimo, y querían cambiarlo, querían ser capaces de poder aprender mejor y disfrutar con ello. El aprendizaje activa en nosotros los mecanismos de placer y recompensa de forma muy similar a como lo hacen la comida o el sexo. Nos gusta aprender por naturaleza, e incluso hay razones evolutivas para ello. Nos gusta saber cosas, útiles o inútiles, ya sea por su aplicación, por su belleza, porque son provechosas para nuestra profesión o simplemente por mera diversión, casi por juego. Nuestra naturaleza nos hace estar continuamente ávidos de nuevos aprendizajes.

A través de los años y con ese afán curioso que nunca he perdido, yo mismo he logrado aprender un montón de cosas que me hacen ser la persona que soy ahora, en continuo cambio. Creo que está bien que mientras exploramos los mecanismos del aprendizaje, comparta también la reflexión sobre mi propia experiencia, que puede ser similar a la de cualquiera, y por tanto resultarle útil a cualquiera. Durante mis años de estudiante de primaria y secundaria, y después en la universidad fui un estudiante bastante exitoso. Sobre todo, a partir de la secundaria. La terminé con notas muy buenas en todas las asignaturas y además disfruté mucho de mi paso por el instituto, por todo lo que allí aprendí. Salí del instituto con un amor por el conocimiento que nunca me ha abandonado, y que es para mí un preciado tesoro. No quiero decir que no hiciera grandes esfuerzos y que no hubiera momentos en que me aburrí, me agobié o no les encontraba el sentido a ciertas materias, que también los hubo. Pero el balance global fue muy positivo. Después de la secundaria, estudié dos carreras universitarias, Teología y Matemáticas, muy diferentes entre sí (en su contenido y en sus métodos). En las carreras me fue muy bien también en cuanto a los resultados y en cuanto a lo interesante que me pareció casi siempre lo que estudiaba. En mi entorno, entre mis familiares y amigos, la

opinión más general era que me iba tan bien en los estudios porque yo era muy listo, muy inteligente. A todos les parecía la explicación más evidente. Pero yo no era de esa opinión. Sinceramente, no creo que sea más inteligente que la mayoría de mis compañeros y compañeras de clase. Yo sé que no tengo una inteligencia excepcional en el sentido de una habilidad extraordinaria. Tengo cierta capacidad, sí, aprendo con facilidad, pero no soy ningún genio. Sin embargo, puedo decir que siempre supe estudiar bien. En realidad, siempre no, pero desde la secundaria, pongamos desde los quince o dieciséis años, aprendí a estudiar muy bien. Más tarde pude confirmarlo. Quiero decir, que años después he leído y estudiado sobre la ciencia del aprendizaje, sobre cómo nuestro cerebro adquiere nuevos conceptos y habilidades, cómo funciona la memoria y cómo nuestros hábitos de estudio pueden apoyarse en ese conocimiento para ser más eficientes. Así he sabido que lo que yo hacía era una muy buena forma de estudiar. Lo hacía por instinto, con ayuda de mis padres y profesores, y quizá por una cierta inteligencia sobre mi propia forma de aprender, y me funcionó muy bien. Más adelante en este libro te voy a contar en qué consistía esa forma de estudiar, la voy a poner en práctica y la relacionaremos con lo que la ciencia del aprendizaje sabe sobre cómo estudiar bien.

Aprender salva

Sabemos que aprender es uno de nuestros apetitos más intensos, el que nos distingue del resto de los seres vivos. No hay ningún otro que aprenda tanto, ninguno que sienta curiosidad por cosas tan variadas como nosotros. Al igual que el resto de los animales, buscamos alimento, sexo y refugio. Pero nosotros, además, queremos aprender, aprender cosas nuevas, siempre más. Cuando más adelante dediquemos algunas páginas a la curiosidad, veremos

que nuestra curiosidad es bastante distinta de la de los animales. Tanto ellos como nosotros tenemos el instinto de explorar. Necesitamos conocer nuestro entorno para evaluar sus posibilidades y peligros, pero hay una diferencia radical entre esa curiosidad exploratoria y el deseo de saber. Lo que podríamos llamar curiosidad intelectual (aunque pueda referirse también a habilidades físicas) es muy distinta, y en nosotros es muy poderosa. Incluso a la hora de emprender aprendizajes de tipo intelectual, existe una gran diferencia entre explorar un tema y satisfacer ese poderoso deseo de aprender.

Este deseo está tan inscrito en nuestra naturaleza que, si no lo anulamos, puede ser el ingrediente principal de una vida plena y feliz. Hay una historia sobre cómo el impulso de aprender puede salvarnos del dolor, que me impactó mucho cuando la conocí. Es la historia de un programa de la televisión pública inglesa, la prestigiosa BBC, titulado *QI (Quite Interesting)*. Lo he visto algunas veces y me gusta mucho, es divertido e interesante. El productor y creador de este programa se llama John Lloyd. Durante los años setenta y ochenta, Lloyd había sido uno de los creadores más exitosos de la televisión inglesa. Sus comedias en particular le hicieron ganar gran fama y todos los premios a los que podía aspirar en su profesión. En 1990, durante la ceremonia de los premios BAFTA (los equivalentes ingleses de los Oscar en Hollywood), Lloyd recibió dos galardones, más un BAFTA a toda su carrera. Por aquel entonces solo tenía treinta y nueve años. No sé si alguien más aparte de él ha visto reconocida su carrera en la industria audiovisual antes de los cuarenta años, Lloyd tenía un éxito total. Además, en aquel momento su esposa estaba embarazada de su primer hijo. John Lloyd afirma que estaba en el momento más feliz de su vida, gozando de un instante de plenitud. Y entonces, de un

modo totalmente inesperado, Lloyd entró en una profunda depresión. «Fue como bajar a un pozo de angustia mental en el que estaba rodeado de serpientes venenosas», dijo años más tarde en una entrevista. Fueron años terribles para él y para su familia. En aquel momento, y ante tan difícil situación, su forma de ser lo llevó a tratar de solucionar el problema por sí mismo. Leyó toda la información que pudo sobre lo que le estaba ocurriendo, sobre la depresión y todo lo relacionado con ella. De repente se encontró leyendo informaciones de todo tipo, yendo allá donde lo llevara su curiosidad. Descubrió que el mundo es un lugar absolutamente interesante, y que no podía parar de interesarse por cosas nuevas, de aprender sobre casi cualquier tema con el que se cruzara: Sócrates, los impresionistas, el barnizado de suelos, animales submarinos... cualquier cosa lo atraía. Se dio cuenta de que todo lo que en la escuela le había parecido aburrido y sin interés, ahora, con un poco de curiosidad, se transformaba en un mundo interesantísimo y cautivador. Años más tarde afirmaría que leer lo había cambiado todo, que la curiosidad había curado su mente. Fueron tres años de dura depresión. Tras excavar el camino para salir del pozo, unió su talento para hacer televisión con aquello que había salvado su cordura, y creó el programa *QI*, un show de entretenimiento basado en la curiosidad que lleva más de veinte años en antena.

El de Lloyd es un ejemplo extremo pero muy significativo. Satisfacer nuestro deseo de saber resulta beneficioso para nuestra salud mental, y al mismo tiempo aporta a nuestras vidas un propósito inagotable y relativamente fácil de llevar a cabo. Pero además resulta beneficioso para la propia salud física de nuestro cerebro. Las personas intelectualmente activas y que mantienen altos sus niveles de curiosidad retrasan los efectos del

envejecimiento cerebral, incluida la aparición de los síntomas de la enfermedad de Alzheimer. No parece existir una relación directa con la mejora en los biomarcadores de enfermedades de este tipo, pero sí un retraso en la aparición de los síntomas y en su intensidad, en particular con respecto a la pérdida de memoria. Diversos estudios cuantifican este retraso entre unos cinco y diez años. Esto quiere decir que estar implicados en actividades de aprendizaje no va a impedir que uno desarrolle enfermedades como la de Alzheimer, pero sí puede paliar sus efectos. La explicación que dan los neurólogos a los resultados de los estudios es que la actividad intelectual continuada dota a nuestro cerebro de una reserva cognitiva que lo hace más resistente a los efectos del alzhéimer. Cuando empieza a desarrollarse, la enfermedad se encuentra con un cerebro más resistente, sus efectos se ralentizan y el cerebro puede funcionar bien durante más tiempo. Son muchos los estudios que confirman estas conclusiones, pero quizá el más famoso de todos es el que se conoce como «Estudio de las monjas». Se trata de una investigación sobre la enfermedad de Alzheimer que comenzó a desarrollar en 1986 el investigador David Snowdon y que consistió en estudiar a 678 monjas durante varios años. La intención del estudio era comprobar si las actividades, estudios, experiencias pasadas y actitudes de las monjas que estudió estaban relacionadas de alguna manera con sus habilidades cognitivas, neurológicas y físicas conforme iban envejeciendo. Además, también era un estudio sobre la longevidad en general. Esta investigación continúa hoy en día, cuarenta años después. Snowdon se jubiló en 2008, pero otros investigadores tomaron el relevo y prosiguieron su trabajo con las monjas. En este famosísimo análisis se monitorizó el comportamiento y estilo de vida de las monjas; por su parte, todas ellas escribieron relatos autobiográficos que fueron analizados, se

prestaron a que les hicieran numerosas entrevistas, y además autorizaron que sus cerebros fueran analizados tras su muerte. Los hallazgos obtenidos contribuyeron a una mejor comprensión del alzhéimer y otras enfermedades neurodegenerativas, arrojaron algo de luz sobre sus causas, su relación con el sistema vascular y los efectos que producen en el cerebro humano, e incidieron en la importancia de estudiar conjuntamente las neuronas y el sistema de venas y arterias del cerebro. Pero el estudio de las monjas arrojó también otro resultado que se ha confirmado muchas veces con el tiempo: existe una correlación muy estrecha entre el nivel de estudios, la actividad intelectual —en concreto la densidad de ideas y la variedad de vocabulario— y el retraso de la aparición de los síntomas del alzhéimer. Un cerebro intelectualmente activo desde la juventud es más resistente al alzhéimer, retrasará su aparición y, aun en el caso de que se vea afectado por esta dolencia, sus capacidades cognitivas opondrán una mayor resistencia al deterioro. Snowdon y sus colegas también concluyeron que la positividad es un buen aliado contra el alzhéimer. Las monjas que hablaban de sí mismas y de su vida en términos positivos vivían más y en mejores condiciones cognitivas. El estudio de las monjas marcó una dirección para investigaciones posteriores gracias a las cuales hemos comprendido que la curiosidad y una vida intelectualmente activa pueden salvarnos de los estragos que a menudo producen la edad y las enfermedades neurológicas.

Finalmente, el aprendizaje nos salva como especie. Nuestras palabras y nuestras historias, nuestras habilidades adquiridas durante milenios, las canciones, cómo construir una balsa, cómo atar un nudo, cómo cultivar y cocinar las lentejas, cómo rimar un soneto..., todos los elementos de nuestra historia cultural se combinan y mutan como los genes. Pero a diferencia de los genes,

toda esta riqueza de conocimiento generado por los miles de millones de seres humanos que han poblado la Tierra puede saltar de una mente a otra a través del tiempo y del espacio sin límites, gracias al aprendizaje y gracias al lenguaje. La cultura, la capacidad de aprender los unos de los otros, nos ha hecho superar muchas de las limitaciones de la biología. Incluso se ha instalado en nuestra propia biología desarrollando ese gusto por aprender. Somos una especie que es capaz de construir sobre la experiencia de sus antepasados, no solo sobre su ADN y sus genes. Tenemos un inmenso caudal al alcance de cada individuo que nos hace capaces de ser diferentes y mejores en el lapso de una vida. Gracias al recorrido de nuestros antepasados, nuestro propio recorrido personal se ha ampliado muchísimo. Somos capaces de aprender muchas más cosas y mucho más variadas que nuestros antepasados de hace miles de años. Resulta increíble la cantidad y variedad de conocimientos con los que entra en contacto cualquier persona a lo largo de su vida escolar. Y no solo eso, la inmensa diversidad de estímulos culturales y tecnológicos a los que tenemos acceso hacen posible que el espacio de una vida humana sea suficiente para recorrer un camino incomparablemente más largo y variado que el de cualquier otra criatura de la Tierra. Asimilarlo, compartirlo con otros y contribuir a su crecimiento es lo que llamamos aprender.

Aprender nos salva, pues, porque nos sitúa siempre en un horizonte un poco más lejano. Algo así dijo Galeano sobre la utopía. Podemos aplicarlo perfectamente al aprendizaje:

La utopía está en el horizonte. Camino dos pasos, ella se aleja dos pasos y el horizonte se corre diez pasos más allá. ¿Entonces para qué sirve la utopía? Para eso, sirve para caminar.

Aprender es como ese caminar al que se refiere Galeano. Pasos

nuevos cada vez, pasos en los que es más importante el camino que la meta. Aunque nos marquemos pequeñas metas y alcancemos pequeñas conquistas, sabemos que siempre podremos y querremos aprender más, y ese afán permanente hará nuestra vida mucho mejor. Los seres humanos encontramos en muchos lugares la fuente de nuestra alegría, que a fin de cuentas es la que nos da fuerzas para vivir; el aprendizaje es una de esas fuentes. Aprender durante toda la vida es una de las formas más perdurables de la alegría. Aprender es una estrategia de supervivencia, es una adaptación constante que podemos ejercer de modo voluntario y que, además, por qué no decirlo, se puede disfrutar mucho.

PRIMERA PARTE

Se puede aprender a aprender

Hay tres pequeñas historias que pueden servirnos de puerta de entrada al poder que otorga una buena forma de aprender. Si aprender es cambiar para mejorar, aprender a aprender es la llave que abre esa puerta tras la que podemos encontrar siempre nuevas formas de ser y estar mejor en la vida.

1. Los tres príncipes de Serendip

Hace mucho tiempo, vivió en Serendip, allá por el lejano Oriente, un poderoso rey llamado Giaffar. Giaffar tenía tres hijos a los que amaba profundamente. El rey les dio a sus hijos la más delicada educación, para que acompañaran su poder con todas las virtudes que debe tener un príncipe. Fueron adornados con la sabiduría y la maestría en las artes y alcanzaron el dominio de todas las ciencias. Aun así, su padre pensó que la sabiduría de los príncipes no estaría completa hasta que no caminaran por el mundo y conocieran sus gentes, así que les hizo emprender un viaje.

En el camino se toparon con las huellas de un camello, a la vista de las cuales supieron deducir que el animal estaba cojo, ciego de un ojo, le faltaba un diente, llevaba auestas a una mujer embarazada y además acarreaba miel en un lado y mantequilla en el otro. Poco después, un mercader que había perdido el camello les preguntó por este, y al recibir una respuesta tan minuciosa de los tres príncipes, los acusó de habérselo robado. Los príncipes fueron llevados a presencia del emperador Beramo. El emperador les preguntó cómo podían saber con tal exactitud tantas cosas sobre el camello sin haberlo visto nunca, y ellos le refirieron sus

deducciones: el camello había comido hierba del lado del camino en que esta estaba menos verde, así que debía de ser ciego de un ojo; a lo largo del camino había montoncitos de hierba masticada, del tamaño del diente de un camello, que debieron de caérsele por el hueco del diente que le faltaba. Las huellas mostraban que arrastraba una pata, así que debía de ser cojo. Había hormigas en un lado del camino, atraídas por la mantequilla derretida, y moscas en el otro, comiendo la miel derramada. Junto a las huellas del lugar en que el camello se había arrodillado, estaban las de unos pies, y junto a ellos, orina de una mujer. También había huellas de manos, por lo que supusieron que la mujer estaba embarazada y tuvo que apoyarse con las manos al orinar. El juicio se vio interrumpido por el anuncio de que el camello había sido encontrado. El emperador Beramo, encantado por la sabiduría de los tres hermanos, los despidió colmándolos de regalos y ellos prosiguieron con sus aventuras.

Este es el episodio más conocido del antiguo cuento persa llamado *Los tres príncipes de Serendip*. Serendip es el nombre persa de Sri-Lanka, y el cuento ha dado origen a la palabra *serendipity*, que nosotros traducimos como «serendipia», y que es una forma en que los ingleses y otra gente moderna tienen de referirse a eso que llamamos casualidades (pero que no son tales). La fama del cuento en Occidente se debe en gran parte a Voltaire, que lo usó en su celebrada obra *Zadig*, con la que contribuyó al nacimiento de la ficción detectivesca. El *Zadig* de Voltaire también contribuyó a la autocomprensión del método científico. Thomas Huxley, defensor de Darwin cuando nadie lo hacía, y abuelo de Aldous, el autor de *Un mundo feliz*, y de Andrew, que ganó el Premio Nobel por sus estudios sobre la transmisión de los impulsos nerviosos, fue el primero que habló del método Zadig en la ciencia.

Con ello se refería a la forma de obtener conocimiento de los hallazgos casuales, las serendipias. Según el método Zadig, todo hecho, todo acontecimiento que podemos observar, tiene una causa o una serie de causas, que producen tal efecto. Seguramente no fue Fleming el primero en ver cómo los hongos arruinaban su cultivo de bacterias, seguramente no fue Röntgen el primero en tener enfrente los poderosos rayos X, ni tampoco fue Percy Spencer el primero que vio cómo se le derretía una chocolatina en el bolsillo cuando se puso al lado de un magnetrón... Pero ellos sí que fueron los primeros en ir en serio tras las causas de lo que observaban, y en tratar de reconstruir la cadena de porqués. Y por eso hoy en día tenemos penicilina, radiografías y hornos microondas, entre otras muchas cosas descubiertas por casualidad. Y así es como muchas veces funciona la ciencia, pensando distinto, observando mejor y trazando la línea inversa de las causalidades, en lo que Huxley llamaba *profecía retrospectiva*.

2. Mi historia con los teoremas de Noether

Nunca fui un niño que sintiera especial afición por las matemáticas. Tampoco en el instituto eran mi pasión. Me gustaban, sí, pero igual que me gustaban otras materias como la física o la literatura. Mi asignatura favorita siempre fue Gimnasia, lo que ahora se llama Educación física. Terminé la secundaria y comencé los estudios de Matemáticas más bien pensando en la informática, que me encantaba. La llegada a la universidad fue más suave de lo que pensaba. Estudié mucho y las asignaturas me gustaban, tenían lo que me había gustado de las matemáticas del instituto.

Y entonces llegó la asignatura de Álgebra abstracta, y lo cambió todo...

Recuerdo el día. Nuestra profesora, Pilar, nos había dado unas

hojas de ejercicios para hacer en casa, nos dijo que los resolveríamos en clase el día siguiente. Yo, que era bastante aplicado, me metí a fondo con los ejercicios. Eran de esos en los que hay que ser muy meticuloso, poner mucha atención y seguir con cuidado procesos no demasiado exigentes, pero sí largos y laboriosos. No sé la de horas que empleé, pero logré resolverlos todos, o eso creía yo.

Al día siguiente, vimos en clase los teoremas de Noether. Casi todos dimos por supuesto que Noether era algún señor alemán del siglo XIX, pero no, era una mujer alemana del siglo XIX (y parte del XX), la mejor matemática que ha pasado por este planeta. El caso es que esos teoremas resolvían, de un plumazo, los ejercicios en los que yo había estado trabajando la noche anterior. Una idea sustituía con elegancia las horas de cálculos y minúsculas deducciones encadenadas. Era de una sencillez y una preciosidad deslumbrantes. Y en ese momento se produjo en mí el cambio de mentalidad que me llevó a enamorarme de las matemáticas. Sentí dentro de mí el poder del pensamiento abstracto, la elegancia de las ideas, el vigor de los argumentos. En ese momento mi relación con las matemáticas cambió, mi forma de estudiar cambió, caí prendado de una forma de pensar creativa y rigurosa a la vez. Fue en ese momento cuando supe que quería dedicarme a las matemáticas, en concreto a las matemáticas abstractas.

3. Aprender de máquinas que aprenden

Entre el día 3 y el 11 de mayo de 1997 tuvo lugar en Nueva York una de las partidas de ajedrez más famosas de la historia. El entonces campeón del mundo, Gary Kasparov, se enfrentó a Deep Blue, un ordenador de IBM al que ya había vencido algo más de un año antes. Pero aquella semana de mayo del 97 las tornas cambiaron y

por primera vez una máquina vencía a un campeón del mundo. Para sorpresa de todos y para enfado de Kasparov, acababa de alcanzarse un hito en lo que conocemos como Inteligencia Artificial: una máquina superaba al mejor ser humano en una tarea intelectual, el juego del ajedrez. Veinte años después, AlphaZero, un motor de juego entrenado mediante aprendizaje automático, subía al trono del ajedrez mundial, barriendo en una serie de partidas épicas a su principal rival, Stockfish. La forma de jugar de AlphaZero y otros programas similares es muy diferente a la del viejo Deep Blue. La principal diferencia es que estos son capaces de aprender jugando. Juegan contra sí mismos, observan miles de partidas y aprenden de los grandes maestros y de otros programas. Hoy en día están a un nivel mucho mayor que cualquier jugador humano. Actualmente, en las escuelas de ajedrez se aprende de estos ordenadores, incluso el mejor jugador de la historia, el noruego Magnus Carlsen afirmó estar aprendiendo del modo de jugar de AlphaZero, y que desde que lo hacía, su propio nivel había mejorado. Para hacernos una idea, Magnus Carlsen tiene una puntuación ELO (la escala con la que se mide a los jugadores de ajedrez) de 2882 puntos. Kasparov, que tiene la segunda mejor puntuación de la historia, logró alcanzar, en la plenitud de sus poderes, los 2851 puntos. Se estima que el nivel de AlphaZero y Stockfish está en algún lugar entre los 3600 y los 4600 puntos ELO. La diferencia es abismal, un jugador de 1500 puntos ELO es una persona que juega bien a nivel de club de ajedrez, pero que no puede competir con jugadores bien formados, profesionales. Su diferencia con Magnus Carlsen o Kasparov es la misma que la que estos tienen respecto a Stockfish o AlphaZero. Los programas de inteligencia artificial entrenada para jugar al ajedrez han convertido a nuestros grandes campeones en aficionados de club de barrio. Hoy

en día, los mejores jugadores de ajedrez de la Tierra no son humanos, son unas máquinas alucinantes programadas por humanos que no son capaces de jugar como ellas.

Estas tres pequeñas historias, la de los príncipes de Serendip, la de mi contacto con los teoremas de Noether y el alucinante ascenso de las máquinas al reinado en el ajedrez, son ejemplos de un cambio radical motivado por un cambio en la forma de aprender. Cuando mi cabeza aprendió a pensar de forma abstracta, entrenada por los teoremas de Noether y otros muchos, mi vida cambió para siempre, fui capaz de afrontar y disfrutar unas matemáticas que nunca hubiera sospechado que existían. La forma en que la ciencia aprende a conocer el mundo cambió con la búsqueda de las cadenas de causas, investigando hacia atrás como detectives del conocimiento. El día que los ordenadores comenzaron a aprender a jugar, en lugar de limitarse a usar su potencia de cálculo para analizar los miles de jugadas que analizaba DeepBlue, el mundo del ajedrez cambió, y los humanos pudimos aprender del estilo de juego de unas máquinas que ya nos superan en esa tarea. Un cambio en la forma de aprender es a veces lo único que hace falta para que todo se transforme.

De alguna manera, cada uno de nosotros somos lo que hemos aprendido. Nuestra forma de ser, el modo en que vemos la vida, nuestra personalidad, nuestros valores... todo lo hemos aprendido. Cada paso de nuestra vida ha estado marcado por las circunstancias en que nacimos, el ambiente que nos rodeó y las elecciones que hemos hecho, conscientes o no. La inmensa variedad de posibilidades que existen para una vida humana se ha concretado de millones de formas maravillosamente diferentes. Podemos decir sin exagerar que vivir mejor significa, esencialmente, aprender mejor, y viceversa.

Tenemos un poder inmenso para mejorar nuestra vida, porque tenemos la posibilidad de dirigir nuestros aprendizajes. La investigación en psicología cognitiva, en neurociencias y en las ciencias de aprendizaje ha logrado saber mucho sobre cómo aprendemos, y nos ha proporcionado evidencias muy sólidas y esperanzadoras en lo relativo al aprendizaje. Gracias a la ciencia, sabemos que

- nuestra capacidad de aprendizaje es muy alta durante toda la vida,
- existen métodos de aprendizaje eficaces, los conocemos y podemos ponerlos en práctica,
- las limitaciones innatas para el aprendizaje son muy pequeñas.

Si el aprendizaje constituye una base muy sólida para una vida plena y feliz, estos tres hechos nos dicen que todos tenemos la capacidad de conseguir esa vida y mejorar sustancialmente nuestra manera de estar en el mundo. En esta primera parte del libro nos pondremos manos a la obra con ello. Vamos a desarrollar un método para aprender más y mejor, basándonos en lo que se sabe sobre aprendizaje.

El objetivo es que casi cualquier persona pueda aprender casi cualquier cosa.

¿Qué quiero aprender?

To learn which questions are unanswerable, and *not to answer them*: this skill is most needful in times of stress and darkness.

(Saber cuáles son las preguntas sin respuesta y no tratar de responderlas: esta es la habilidad más necesaria en tiempos de tensiones y oscuridad).

URSULA K. LE GUIN,
La mano izquierda de la oscuridad

A diferencia de los animales, de los ordenadores, e incluso a diferencia de los bebés, nosotros podemos elegir gran parte de lo que aprendemos. Hay algunos aprendizajes que los hacemos prácticamente por instinto. Nuestro cerebro no es una página en blanco que el entorno comienza a escribir cuando somos pequeños. La psicología del desarrollo y la neurociencia han comprendido que el cerebro de los bebés ya viene preparado para ciertos aprendizajes, que incluyen, por ejemplo, el lenguaje. Varios de los aprendizajes que incorporamos en nuestro primer año de vida los realiza un cerebro que está genéticamente dispuesto para ellos. Igual que a lo largo de la evolución hemos adquirido unas manos distintas de las de otras especies, preparadas para realizar tareas específicas, o una estructura ósea y muscular que nos permite caminar erguidos, nuestras neuronas están diseñadas para ciertos

aprendizajes. Cuando comienza nuestra vida, nuestra maquinaria cerebral eclosiona de forma que se produce una exuberante proliferación de conexiones entre las neuronas, es un momento único, una explosión que nunca volverá a ocurrir en nuestra vida. Después vamos perdiendo muchos de esos nexos en un proceso de selección que viene marcado por nuestro entorno y por los procesos de aprendizaje que emprendamos. Cuando somos niños, jóvenes y adultos, podemos elegir y seleccionar muchos de nuestros aprendizajes de manera consciente. Es entonces cuando nuestra curiosidad toma el mando y nuestro apetito por el conocimiento nos hace tener aficiones e intereses que cambian de individuo a individuo. Es nuestra curiosidad la que nos hace diferentes unos de otros, mucho más diferentes entre nosotros de lo que pueden serlo dos individuos de cualquier otra especie animal. No solo nos diferenciamos por nuestros rasgos físicos o por las adaptaciones particulares a nuestro entorno, nos diferenciamos por lo que elegimos aprender (ya sea por voluntad propia o de nuestro entorno cultural y familiar). Ese poder maravilloso de elegir los caminos de nuestro aprendizaje no lo tienen los ordenadores o los animales. En nosotros existe la voluntad de elegir. Nuestra vida es la historia de nuestros aprendizajes. Es algo que tenemos que cuidar porque su mantenimiento no está garantizado de forma permanente. Si no cultivamos las ganas de aprender, estas se nos pueden atrofiar, se nos puede silenciar la curiosidad. Si perdemos eso, entonces lo que nos queda son los instintos de búsqueda de alimento, sexo y refugio. Perdemos la oportunidad de estar en el mundo de una forma plenamente humana, aprovechando todo lo que la vida tiene para ofrecernos.

A la mayoría de las personas nos encanta aprender cosas. Yo desde luego soy una de esas personas a las que les interesan

muchos ámbitos distintos y quisieran aprender de todo. He comprobado que hay mucha gente así, casi todas las personas que conozco están permanentemente interesadas en aprender algo nuevo y siempre están metidas en algún proceso para hacerlo. Hay quien quiere aprender cosas nuevas por placer, por mera curiosidad, sin buscar una utilidad inmediata, y hay quien tiene que aprender por necesidad, por su trabajo o por las circunstancias de su vida personal. O ambas cosas. El caso es que no da tiempo para todo. Nos pasa a casi todo el mundo. Es el reverso de esa capacidad que tenemos de poder aprender tantas cosas y de esa posibilidad de elección. Es la parte que nos atribula, que nos produce ansiedad. Queremos aprender de todo y no tenemos tiempo. Esto conlleva cierto peligro. Tener mucha curiosidad y ganas de aprender va acompañado del riesgo de no saber elegir bien en todo momento, por lo que a veces vamos dando saltos de una cosa a otra sin demasiado éxito, y eso nos produce insatisfacción. No tiene nada de malo ir cambiando de intereses, aprender un poquito de muchas cosas, si eso es lo que queremos, pero lo que sí resulta negativo es generarnos un sentimiento de ansiedad por querer abarcar más de lo que podemos. Para que eso no ocurra hay que planificarse bien, y el primer paso es elegir. Siempre que elegimos algo, al mismo tiempo descartamos aquello que no elegimos. Está bien ser conscientes de ello para elegir mejor y estar más satisfechos con nuestras elecciones. Un primer paso para lograrlo, aunque suene forzado, es hacer una lista de cosas que nos gustaría aprender. No hablo solamente de esas cosas supuestamente útiles que aprendemos para atesorar habilidades o conocimientos que nos puedan conseguir un buen trabajo o tengan un rendimiento económico. Hablo también de las cosas que nos da gusto aprender, sin saber por qué o para qué. Lorca decía que la poesía debía

alimentar en nosotros «ese grano de locura que todos llevamos dentro» y sin el cual sería imprudente vivir. Es bueno aprender también esas cosas de las que hablan los poetas. He tenido conversaciones con muchas personas durante el proceso de escritura de este libro, y casi siempre comenzaba precisamente por esa pregunta: ¿qué te gustaría aprender? He recibido respuestas muy variadas, muchas de ellas maravillosas o sorprendentes. Algunas personas querrían aprender lenguajes de programación, o a tocar el piano, a cocinar ciertos platos... habilidades prácticas para mejorar en su profesión o en sus aficiones. Otras personas querían aprender algo que enriqueciera su forma de sentir, de vivir. Recuerdo que Pablo Dittborn, uno de los chilenos que más y mejor han leído, me dijo en Antofagasta que le gustaría aprender a apreciar mejor la literatura, y que sentía que si hubiera sabido hablar mejor en inglés durante su juventud, hoy sería una persona diferente y mejor. Pablo fue una de esas personas que me sugirieron aprendizajes sin pensar en una utilidad laboral, sin pensar en la productividad sino en la intensidad de la vida, en la construcción de una persona más plena, mejor. A lo largo del libro hablaremos de la importancia que tiene para nuestro crecimiento el hecho de aprender cosas variadas y alejadas entre sí. Las cosas que aprendemos con la gratuidad del puro placer son seguramente las que más contribuyen a nuestro crecimiento, las que nos ayudan a dar sentido a todo lo que sabemos. La razón es la intensidad emocional con la que emprendemos esos aprendizajes.

Llega un momento en que nos damos cuenta de que el tiempo de la vida no nos va a dar para aprender todo lo que quisiéramos, así que hay que priorizar. A tal fin, mi propuesta es comenzar haciendo una lista concreta. Imagina que se te concede el siguiente deseo: puedes elegir diez temas, disciplinas o habilidades en las que

inmediatamente vas a adquirir un nivel de dominio que te resulte satisfactorio. Te sale gratis, sin esfuerzo, sin emplear tiempo en ello, es inmediato. ¿Qué temas o habilidades elegirías? Te sugiero que pares ahora la lectura de este libro, tomes un cuaderno o una libreta y apuntes esas diez cosas que quieres incorporar de modo instantáneo y gratuito a tu vida. No pasa nada si no son exactamente diez, si apuntas ocho u once, pero que no sean solo tres, ni tampoco veinte. Apunta junto a cada una de ellas el nivel de dominio o de conocimiento que te gustaría alcanzar, y que te sería concedido en esta situación tan extraordinaria. Sé que no es fácil hacer la lista, pero merece la pena, créeme. Una vez que la tengas, ve una por una y olvidémonos de deseos mágicos. Piensa de verdad hasta qué punto sería realista, si tuvieras el tiempo y los recursos, alcanzar el nivel que te has propuesto en, digamos, tres años como mucho. Ya no se te concede como un deseo, pero se te brinda la oportunidad de aprenderlo. Si ves que lo que te has planteado no es realista, ajusta el nivel de exigencia. Imagina, por ejemplo, que tu deseo es aprender a cantar bien, y que el nivel de exigencia es ganar un Grammy en los próximos tres años. Seguramente no es del todo realista, y aunque no debemos permitir que lo realista imponga siempre su tiranía sobre nuestros sueños, vamos a ser prácticos en este pequeño ejercicio. Así que, en lo de aprender a cantar, puedes bajar a «cantar a nivel profesional» o «aprender a afinar, a emitir y a entonar bien para cantar con amigos sin estropear la canción». Si ves que el nivel realista no te satisface, que te parece insuficiente, puedes eliminar este elemento de la lista o ajustar de nuevo el nivel. Elige ahora tres, cuatro o cinco elementos de la lista, no más. Comenzaremos nuestro recorrido por esas cuatro o cinco cosas. De todos modos, no tires la lista, guárdala, es uno de esos pequeños documentos que te resultará

curioso —y quizá útil— recuperar dentro de un tiempo.

Seguramente uno no puede acometer todos sus retos de aprendizaje al mismo tiempo, o al menos va a tener que establecer prioridades. Una vez que tenemos la lista de aquello que queremos aprender, podemos establecer prioridades entre sus elementos mediante la pregunta «¿cuán valioso es para mí aprender esto?». Lo interesante aquí es la palabra «valioso», claro, que puede tener muchos significados diferentes, pues cada cual tendrá un esquema de valores diferente, y es absolutamente lógico que nuestro sistema de valores esté relacionado con el catálogo de aprendizajes que consideramos relevantes. Saber identificar qué me aportaría tal o cual reto de aprendizaje, cómo enriquecería mi vida, es importante no solo al principio sino durante todo el camino. Disculpa si este proceso de la lista y las preguntas suena demasiado explícito y mecánico. Seguramente todos realizamos continuamente a nuestra manera algo parecido a esta selección y ordenación de aprendizajes que nos gustaría emprender. De todas formas, hacerlo así, a modo de ejercicio escrito, ayuda a pensar de forma ordenada, y puede servirnos de ayuda. Establecer las prioridades es muy importante, porque también nos permite tener una expectativa de los resultados y una percepción clara de nuestros objetivos. Esta claridad de expectativas se conoce como *motivación intrínseca*, y nos ayudará a superar las dificultades del aprendizaje cuando aparezcan (y ten por seguro que aparecerán). A veces, en lugar de actuar por una motivación intrínseca, actuamos por motivaciones más extrínsecas, como la necesidad de aprobar un examen, superar una materia escolar o tratar de obtener una mejora salarial en nuestro trabajo, pero el papel de la motivación intrínseca —la que nace de cada uno— es insustituible, como veremos más adelante. Por otro lado, identificar el valor que para mí tiene cada uno de estos aprendizajes

también me ayudará a asignarles los recursos que tengo disponibles para aprender, sobre todo en caso de conflicto, como por ejemplo el que podría derivarse de la falta de tiempo.

Durante el proceso de recopilar información, de reflexionar y escribir este libro, decidí ponerme yo también a aprender algunas cosas para así experimentar en mí mismo lo que quería compartir en estas páginas. Hacerlo así me permite poner en práctica —y a veces en duda— las indicaciones de las distintas fuentes que he utilizado. Asimismo, me permitirá matizar algunas afirmaciones generales, especificarlas y compartir hechos concretos que vaya descubriendo. Hice mi lista y elegí cuatro aprendizajes. En este caso quise que fueran cosas muy diferentes, de entre las muchas que me interesan, para poder afrontar sus aprendizajes de forma distinta, y que el proceso me ayudara a contrastar las afirmaciones de este libro frente a varias formas de aprender. Decidí aprender sobre los siguientes temas, anotando además los niveles deseados. Si puedes, hazte con una lista similar a esta, con aprendizajes que quisieras emprender o en los que estés ya implicado:

1. Historia de Al-Ándalus. A un nivel básico, para tener una idea general del tema.
2. Geometría algebraica. A nivel profesional, de forma que pudiera impartir clases en la universidad e incluso investigar sobre la materia.
3. Bailar salsa. A nivel muy básico, lo suficiente para que no me dé vergüenza entrar en un local a bailar con otra gente.
4. Ciberseguridad. A nivel de usuario consciente, de forma que pueda saber cómo tener protegidos mis dispositivos e identidades en internet, y cómo actualizar los conocimientos en caso de ser necesario.

Son cosas muy distintas desde el punto de vista de cómo se

aprenden, así que quizá también tendré que examinar cuáles son las características de estos temas, que requerirán distintas formas de aprendizaje. Más adelante profundizaré más en ello, pero he aquí algunas características iniciales. Te aconsejo que hagas este ejercicio sobre tu propia lista; si lo haces, disfrutarás más de este libro. Además, puede servirnos para encarar mejor los procesos de aprendizaje, al ser más conscientes de qué es lo que queremos aprender en concreto. Cuando uno empieza a aprender sobre algo, es importante planificar el aprendizaje (vamos a dedicar el siguiente capítulo a la planificación), lo cual resulta particularmente difícil cuando no sabemos nada del tema. Así que es bueno pensar detenidamente en esta declaración inicial de intenciones. Hacerlo nos facilitará el principio del proceso.

1. Con aprender historia de Al-Ándalus quiero decir saber cuáles son sus etapas fundamentales, y en cada una de ellas quiénes fueron las personas que más influyeron en Al-Ándalus en el ámbito político, social y cultural, qué relaciones tuvieron con sus vecinos y cómo era la sociedad andalusí. En este caso se trata sobre todo de adquirir unos contenidos que me permitan reflexionar sobre el tema. Fundamentalmente son datos sobre hechos y personajes. Para aprender este tipo de contenido necesito alguna referencia, pues no me lo puedo sacar de la manga, por supuesto. Se me ocurren tres tipos de fuentes: libros sobre el tema, personas especializadas y vídeos o artículos en internet. Empezaré por ahí. Tengo muy poca idea sobre este tema y quiero aprenderlo por mera curiosidad. Sé algo de historia de España y de la península ibérica, y ahí es donde entra Al-Ándalus, pero mi desconocimiento del tema es prácticamente total.
2. Aprender geometría algebraica es muy diferente para mí por

varias razones. Primero, porque soy matemático y sé bastantes más matemáticas que historia de España o de Al-Ándalus. En este caso no parto desde cero o prácticamente desde cero, y eso me va a ayudar a aprender seguro (sobre esta cuestión de cómo lo que ya sabes te ayuda a aprender cosas nuevas, hablaremos largo y tendido en el libro). El tema me interesa mucho, y mi propio trabajo está bastante cerca de esta materia, así que seguro que mis habilidades y conocimientos previos me van a facilitar el camino. Esta es una primera diferencia, pero no la única. En matemáticas no se trata solo de saber cómo surgieron los teoremas, o cómo se relacionan entre sí —que ya es bastante—. También queremos entenderlos, comprender lo mejor posible cómo se demuestran, qué técnicas se usan (las cuales, por cierto, varían mucho de unas áreas de las matemáticas a otras). Y además queremos saber hacer, poner el conocimiento aprendido en práctica. Y aquí surge una diferencia con respecto a lo anterior. Quiero saber hacer ejercicios y resolver problemas de geometría algebraica. De hecho, en muchas partes del aprendizaje será precisamente a través de ejercicios y problemas como podré aprender. Si es posible, a partir de los conocimientos que adquiera, otro objetivo que me he marcado es ser capaz de desarrollar yo mismo nuevo conocimiento, resolviendo problemas que no son iguales a aquellos con los que vaya a aprender, o incluso generando teoremas y resultados nuevos. Aquí no estoy tan perdido con la cuestión de por dónde empezar, pero sé que no va a resultar fácil. La dificultad vendrá sobre todo del nivel alto que quiero alcanzar y de la propia complejidad de la materia.

3. Lo de bailar salsa me descoloca. Esto sí que no se trata de estudiar en el mismo sentido que los dos temas anteriores.

Tiene que ver con las matemáticas porque se trata de hacer, de practicar, mucho más incluso que con la geometría algebraica. Pero es que aquí intervienen algunos aspectos como el ritmo o la habilidad corporal que no tengo claro hasta qué punto se pueden aprender. Yo creo que sí, al menos hasta un cierto punto, pero aquí no va a bastar con leer un libro sobre salsa o aprender la técnica en unos vídeos. Sospecho que hay mucho más, habrá que bailar, ¿no? Hay algo en este aprendizaje que me intriga y me asusta: de todos los que me he propuesto, es en el que me veo más incapaz. Pero creo que aquí hay algo de ese «grano de locura» imprescindible para vivir, del que hablaba Lorca. En este caso me parece que va a ser imprescindible contar con alguien que me enseñe, o al menos que me acompañe en este aprendizaje, creo que este desafío tiene un mayor componente social que los anteriores. Tiene que ver con un aspecto del crecimiento personal distinto de los temas anteriores, tiene que ver con explorar algunas direcciones que no estoy acostumbrado a explorar.

4. El aprendizaje de ciberseguridad comparte algunas características con el de la geometría algebraica. En ambos casos hay que aprender una serie de conceptos y ponerlos en práctica. Comparte también con la salsa el hecho de que se trata más de practicar que de teorizar. Pero es diferente, porque hay un componente tecnológico importante, habrá que aprender conceptos y datos, como ocurre también en la historia de Al-Ándalus. En este caso quiero ejercitar sobre todo ciertas habilidades e incluso adquirir costumbres de uso de la tecnología informática que ya manejo, pero no tengo sistematizadas. En el ámbito de la ciberseguridad hay bastantes materiales estructurados como cursos y manuales. Además,

existen asociaciones y organismos que tienen planes de formación a disposición de los usuarios. Creo que esta será una posible fuente principal para este tipo de aprendizaje.

Todos estos aprendizajes son muy interesantes, y profundizaré en cómo afrontarlos a lo largo de los siguientes capítulos. Pero antes hay algo más. Algo a lo que me he referido unas páginas más arriba, cuando hablaba de que los humanos podemos elegir nuestros aprendizajes: el porqué. ¿Qué razones me llevan a elegir unas cosas u otras, por qué elijo precisamente estos aprendizajes entre todas las posibilidades que existen? Esta pregunta es de alguna manera una pregunta sobre mí mismo. Aquello que quiero aprender tiene que ver con mi idea de quién soy y de quién me gustaría ser. Es una pregunta fundamental —y complicada de responder— que he eludido intencionadamente hasta ahora porque a ella vamos a dedicar el próximo capítulo.

¿Por qué aprender esto? ¿Por dónde empiezo?

Hace unos cuantos años tuve una conversación muy interesante con mi hijo Juan. Una conversación que me produjo alegría y me hizo reflexionar sobre el aprendizaje. Él tenía entonces dieciséis años, estaba estudiando primero de bachillerato y no le iba muy bien. No tenía ganas de estudiar y lo dejaba todo para el último momento, lo cual le producía muchos agobios. Trataba de pasar las materias con el menor esfuerzo posible, su objetivo era ir saltando los obstáculos que suponían las asignaturas, no tanto aprender de ellas —o al menos él no era consciente de estar queriendo aprender en el instituto—. Les pasa a muchos estudiantes en un momento u otro de la vida, a la mayoría les ocurre durante la secundaria, y no es casualidad que sea así (ni siempre tienen ellos la culpa). Por aquel entonces Juan estaba muy metido en el rap *free-style*, esas «batallas de gallos» en las que dos raperos tratan de quedar uno por encima del otro a base de ingenio, ritmo y rimas. A Juan se le daba bien eso. El caso es que una mañana al volver del instituto, comentando las clases, Juan me dice que habían hablado de un tal Garcilaso de la Vega en clase de Literatura. Menudo crac el Garcilaso de la Vega ese —me dijo Juan, sinceramente admirado—, vaya forma de manejar el vocabulario, la rima, el ritmo... Yo lo escuchaba encantado, claro: hay algo muy hermoso en el hecho de

que un adolescente del siglo XXI hable con admiración de un poeta del siglo XVI. Pero más allá del estupendo hecho de que mi hijo adquiriera ese tesoro que es el gusto por la poesía, lo que me despertó aquella conversación tenía que ver sobre todo con la relación entre el aprendizaje y la motivación, con las razones por las que nos movilizamos de forma radical para aprender. Nuestra insaciable hambre de aprendizaje se alimenta de motivación.

La motivación

Suele decirse que la motivación lo es todo, que es preciso motivar a los estudiantes, que, si tienen ganas, podrán aprender cualquier cosa. Y efectivamente, la motivación es importante, pero no lo es todo, y no es capaz de todo. Eso de que con ganas puedes hacer cualquier cosa, que si te empeñas lo conseguirás, suena precioso, pero puede generar mucha frustración. Es bueno saber que la motivación no es una especie de elixir mágico que se tiene o no se tiene y que actúa en nosotros de forma maravillosa venciendo todas las dificultades y eliminando la necesidad de esfuerzo. La motivación tiene que ver con el interés por lo que estamos aprendiendo. Efectivamente, sin interés es mucho más difícil aprender lo que sea, pero no porque lo que vayamos a aprender sea más difícil o más duro; no, simplemente es que la falta de interés nos hace estar menos dispuestos a afrontar las dificultades y esfuerzos que conlleva todo aprendizaje. Y al revés, cuando tenemos interés somos capaces de superar mayores dificultades y hacer mayores esfuerzos (esfuerzos que además se nos hacen más llevaderos). La relación entre las motivaciones intrínsecas y extrínsecas ha llegado incluso al campo de la inteligencia artificial. Normalmente, un modelo de aprendizaje automático es entrenado para que consiga un objetivo, y cada acción que ejecuta recibe una

recompensa inmediata, algo que puede ser el equivalente a una motivación extrínseca. Pero en las investigaciones actuales ya se habla de motivación intrínseca en el ámbito de la inteligencia artificial, que no conlleva necesariamente una recompensa inmediata, pero que contribuye al comportamiento exploratorio y al aprendizaje. Esta motivación intrínseca se traduce en un comportamiento más complejo del modelo de inteligencia artificial, que incluso puede dar lugar a comportamientos altruistas básicos por parte de los algoritmos.

Muchas veces, a los que nos dedicamos a las matemáticas — supongo que también pasará en otras áreas— la gente nos dice que lo hacemos porque a nosotros se nos dan bien, que son más fáciles para nosotros que para la mayoría. Y no es cierto. Para mí las matemáticas son tan difíciles —o tan fáciles— como para cualquier otra persona, ni más ni menos. Lo que ocurre es que me apasionan, me interesan mucho, y eso hace que ponga empeño en superar las dificultades y en realizar los esfuerzos que sean necesarios para aprender cada vez más (esfuerzos que no hago para otras cosas que me interesan menos). Ocurre también que cuando llevas un tiempo dedicándote a una disciplina estás más acostumbrado a su lenguaje y sus mecanismos, y hay cosas que te resultan sencillas mientras que a otras personas les parecen extraordinariamente difíciles. Para mí, leer expresiones matemáticas como esta de aquí es inmediato.

$$R_j(S) \leq \sum_{i=1}^t (-1)^{i+1} \sum_{j=1}^{r_i} pr(\mathbf{x}^{\mu_{i,j}})$$

La leo igual que leo un texto en castellano y comprender su significado es sencillo para mí, pero entiendo que a quien no está acostumbrado a las matemáticas, este tipo de expresiones pueden

resultarles un lenguaje arcano y tengan la sensación de que se trata de algo muy difícil, fuera de su alcance. La naturalidad a la hora de leer estas expresiones es simplemente fruto de la costumbre, y es el resultado de aprendizajes previos en matemáticas. Lo mismo podría decirse de cualquier otra materia o habilidad. Tienes ya adquiridos muchos conocimientos previos que están relacionados con eso nuevo que estás aprendiendo, y entonces es más fácil conectar lo nuevo con lo que ya sabes, lo cual es una clave fundamental de nuestra forma de aprender.

Hay otro aspecto de la motivación que es igual de importante y que a veces olvidamos. Me refiero a la confianza en nuestra propia capacidad de aprender. Esta confianza uno la puede trabajar y enriquecer, igual que el interés. Los expertos llaman «autoeficacia» a la confianza en la propia capacidad de realizar una tarea con éxito. Una de las mejores formas de estimularla (y, créeme, es un ingrediente muy importante en cualquier proceso de aprendizaje) es la satisfacción de superar retos que tienen que ver con la tarea que acometemos. Pequeños éxitos, pequeños o grandes logros que nos han costado esfuerzo y han salido bien. Estas conquistas nos ayudan muchísimo a desarrollar la confianza necesaria para emprender y perseverar en un aprendizaje, por eso deberían pavimentar el camino que seguimos cuando estamos aprendiendo algo. Es bueno que de algún modo sean «conquistas», es decir, que hayan requerido algún esfuerzo. Un éxito que no ha costado esfuerzo (o que no se ha percibido como tal) no contribuye a la mejora de esa autoeficacia. Probablemente ese otro tipo de éxitos, los que se consiguen sin esfuerzo aparente, contribuyan a otras cosas como reforzar o apuntalar en nuestro cerebro algunas de las cosas que estamos aprendiendo, pero para que exista autoeficacia debe haber habido afán, empeño, superación. Uno de los aspectos

fundamentales en la educación es precisamente este: saber medir, en función de cada aprendiz, qué pequeños logros le planteamos, lo suficientemente difíciles como para que ayuden al avance, pero no tanto como para que generen frustración. Es una tarea complicadísima que afronta todo docente, o todo aquel que diseña un plan de formación, pero que puede resultar más fácil si la acompañamos de una buena gestión de las dudas, las preguntas y el *feedback*. Más adelante hablaremos en profundidad de estos aspectos.

En la historia sobre Juan el rapero adolescente y Garcilaso de la Vega hay algo que no he contado aún, y que tiene que ver con esa autoeficacia. He dicho que a Juan le estaba yendo mal en el instituto, y buena parte de ese fracaso era debido a que él se percibía como incapaz de hacer nada bien, algo que les ocurre a muchos adolescentes y que puede enquistarse de por vida (a muchas personas les ocurre con las matemáticas, por ejemplo). Sin embargo, en sus batallas de gallos Juan tenía mucho éxito, era capaz de vencer a muchos contrincantes a base de habilidad, ritmo y creatividad. Cuando pudo conectar aquellos dos mundos, el del rap y el académico de su primero de bachillerato, encontró la motivación para estudiar que no tenía antes. Se interesó más por los estudios, y además se sentía más capaz de hacerlo bien. El resultado fue que mejoró en el instituto y superó el bachillerato.

Cuando uno se plantea por sí mismo un aprendizaje, ya sea porque le atrae el tema o porque siente que aprendiendo eso en concreto su vida mejorará en algún aspecto importante, ya cuenta con una motivación. O cuando menos ya tiene interés. La parte de la autoeficacia puede que la tenga o no, aunque siempre puede planificar el proceso para ir fortaleciéndola. Pero ¿qué pasa cuando no eres tú quien te planteas el aprendizaje? Es lo que les ocurre

muchas veces a nuestros niños y adolescentes en el colegio, sobre todo en la secundaria. A menudo nos encontramos con lo que algunos llaman «alumnos desmotivados». No tienen interés por lo que estudian, y además no se sienten capaces de hacerlo bien. Este fenómeno forma parte de lo que se conoce como la dimensión socioafectiva del aprendizaje, aspecto este que la ciencia cada vez tiene más claro que es determinante, y al que la enseñanza reglada presta más atención cada día. Por lo general, la desmotivación tiene que ver con las actitudes que generamos a partir de las emociones que experimentamos en nuestros procesos de aprendizaje, así como con nuestras creencias (externas o internas) acerca de ese aprendizaje. Por ejemplo, supongamos que estoy en clase de Matemáticas (hablo de las matemáticas porque es un ámbito en el que la desmotivación está particularmente extendida). Se me pide que resuelva un problema o que haga un ejercicio. Puede que no lo haga bien y me equivoque con el resultado, o simplemente que no sepa cómo enfocararlo. Eso me hace sentir mal en ese momento, experimento una *emoción* negativa. Eso es normal, nos pasa a todos en muchas ocasiones. Si esa emoción negativa es frecuente, si ese tipo de tarea se repite y no he podido hacer nada al respecto (por ejemplo, identificar mis dudas, hacer las preguntas adecuadas y obtener un *feedback* que me ayude) entonces la emoción negativa también se repetirá. Y puede que se instale en mi forma de relacionarme con ese tipo de tarea, y con las matemáticas en general. Esas emociones generan una *actitud*, algo más permanente, que sí puede suponer un problema. Si, además, a mi alrededor o en mí mismo, están asentadas *creencias* tales como que las matemáticas son difíciles, que son para listos, que para entender las matemáticas hace falta un talento especial o que a las chicas no se les dan bien, o que no son cosa de chicos, etc.,

entonces esa actitud se intensificará y puedo desarrollar un *bloqueo* o *ansiedad* frente a las matemáticas del que me va a resultar difícil salir por mí mismo, y que interferirá en mi aprendizaje. Tanto los educadores con sus alumnos, como nosotros mismos a través de nuestros aprendizajes independientes, podemos intervenir en esta rueda de generación de actitudes y bloqueos, que son consecuencia de diversas emociones y creencias.

En lo que respecta a la motivación, al interés y a la autoeficacia, es muy importante que seamos cuidadosos (y creativos) a la hora de plantear las estrategias de motivación en tiempo presente y en tiempo futuro. A mi juicio, tratamos de motivar demasiado a menudo a nuestros estudiantes y a nosotros mismos solo en términos de futuro. Y demasiado a menudo lo hacemos de forma excesivamente extrínseca y general: «Apréndete esto bien, que te servirá para los cursos superiores» y, sobre todo, «si estudias tendrás un trabajo mejor en el futuro». Es verdad (hasta cierto punto) que existe cierta relación entre el nivel de estudios y el hecho de tener un buen trabajo, y eso es algo que está bien tener en cuenta. Las estadísticas nos muestran que prácticamente en todos los países del mundo el sueldo medio de las personas que han terminado una carrera universitaria es superior al de aquellos que solo han terminado la secundaria, y el de estos es superior al de aquellos que solo han terminado los estudios primarios. Por supuesto, el nivel de estudios alcanzado tiene mucho que ver con la familia en que nacemos y nuestro entorno socioeconómico, y esto influye a su vez en el tipo de trabajo que tenemos después, pero la relación entre estudios y trabajo es clara. En todo caso, la noción de un «buen trabajo» es algo complicado de medir, pues no solo se trata del sueldo. Efectivamente, existen estudios que demuestran que los trabajos mejor remunerados, con una mayor variedad de tareas y

más autónomos, los desempeñan personas con un nivel alto de estudios; pero también es cierto que suelen ser trabajos con más nivel de estrés, intensidad y exigencia. Lo que sí es cierto es que, en general, el nivel educativo está relacionado con la satisfacción en el trabajo, y que un nivel de ingresos insuficiente es una fuente de estrés e inseguridad. Hay muchas personas, estudiantes o no, que se plantean un aprendizaje con la perspectiva de tener un buen trabajo, y eso les sirve de motivación, al menos en el sentido de que despierta su interés. Pero este tipo de motivación, por sí misma, no es suficiente. Sobre todo, cuando ese supuesto buen trabajo está demasiado lejos en el tiempo o poco definido, y cuando el aprendizaje en cuestión no ha sido elegido por la propia persona.

Tras una motivación basada únicamente en el futuro laboral subyace cierto trasfondo que considera la educación como una mera capacitación profesional, y ese no es, ni de lejos, el único objetivo de educar. Hay una parte de la educación que es capacitación profesional, por supuesto, pero en general la educación en todos sus niveles, sobre todo en primaria y secundaria, tiene como objetivo primordial la construcción de personas capaces de vivir una vida plena en sociedad. Por eso es tan importante que un fruto de nuestro paso por la educación obligatoria sea el placer de aprender. Nos capacitará para emprender otros aprendizajes y reforzará la motivación para hacerlo. En el aprendizaje, lo importante siempre es quiénes estamos aprendiendo a ser, más que lo que estamos aprendiendo a hacer.

En el otro extremo de quienes solo consideran la educación en términos de futuro, están las personas que se centran en una motivación exclusivamente enfocada «en el presente», y que sobrevaloran el papel del placer inmediato y de lo lúdico como criterio de calidad en los procesos de enseñanza. «Que los niños se

diviertan en la escuela», «que las clases sean entretenidas, incluso divertidas». El placer es un aliado de la educación, de eso no cabe la menor duda. Un aprendizaje placentero, con el que disfrutemos, es una fuente de motivación muy poderosa. Además, el aprendizaje a través del juego, que es fundamental cuando somos pequeños, también puede incorporarse en etapas superiores y a edades más avanzadas. Su presencia activa mecanismos que hacen más eficaces nuestros aprendizajes. Pero estamos viendo que el placer por sí mismo no funciona del todo como motor de aprendizaje, o cuando menos no funciona si es lo único que usamos para motivar el aprendizaje y a la vez sacrificamos otros aspectos también importantes, aunque menos atractivos. Esto es así al menos en las etapas escolares posteriores a la educación infantil. Existen multitud de experiencias que tienen que ver con intervenciones de aprendizaje basadas en un acercamiento lúdico a la educación, se han llevado a cabo muchísimos estudios sobre el tema, pero sigue habiendo una carencia de este tipo de estudios en los niveles escolares altos. No hay evidencias consistentes de su eficacia. Algunos estudios al respecto describen de forma vaga los objetivos de estas formas de aprendizaje, aludiendo a competencias genéricas o a la motivación de forma global, lo cual hace que no siempre se aprovechen de forma rigurosa las posibilidades que podría brindar el juego aplicado al aprendizaje. Lo que los estudios nos indican es que cuando el juego se integra dentro de las intervenciones de la enseñanza escolar tiene un efecto positivo en general, pero que no existe una relación clara entre plantear los aprendizajes de forma entretenida o divertida y el éxito de dichos aprendizajes. Ni siquiera puede afirmarse que esos aprendizajes más divertidos sean percibidos como mejores por los propios alumnos. Ahora bien, es cierto que el enfoque que incluye el

aspecto lúdico en la enseñanza no puede ser más acertado: el placer y el disfrute son estupendos aliados de la motivación, y esta lo es del aprendizaje. Además, podemos usar el juego, sin restricción de edad, como vehículo para que los aprendices se involucren más en el aprendizaje, y para proporcionar contextos en los que aplicar lo que aprenden, con vistas a que lo aprendan mejor. Es importante utilizar el juego y el placer como medios que nos ayuden a comprometernos con el aprendizaje y a saber dirigir las metodologías que usemos hacia aprendizajes exitosos. En los aprendizajes autónomos, esos que nos planteamos por cuenta propia, el placer es casi siempre un factor determinante para la continuidad de dichos aprendizajes, así que, aunque no produzca directamente mejores resultados, sí contribuye a perseverar y a afrontar las dificultades con una mejor actitud, por lo que debe considerarse un factor importante en la consecución de buenos resultados.

Seguramente lo más importante y eficaz, en términos de aprendizaje, tiene que ver más con la palabra «sentido» que con el placer. Que lo que aprendo tenga sentido para mí, que yo sienta que me aporta algo, que hace mi vida mejor de alguna forma, o que me resulta beneficioso o útil. Y este sentido ha de ser percibido por el sujeto del aprendizaje, no solamente por el maestro, por la escuela, por las familias o por la sociedad. En los aprendizajes que emprendemos por iniciativa propia ya partimos con esa ventaja, aunque no está de más que lo hagamos explícito, que nos preguntemos siempre por ello. En cuanto a los aprendizajes escolares, muchas veces las familias y la propia escuela tienen muy claro que ciertos aprendizajes o ciertas materias son muy importantes y aportan mucho a los estudiantes, aunque ellos mismos no lo sientan así. Es fundamental que sean ellos quienes lo

vean del mismo modo, y para lograrlo, tener especialmente en cuenta la dimensión socioafectiva de los aprendizajes puede resultar de gran ayuda. Esta percepción de que lo que aprendo tiene sentido para mí es la forma más eficaz de aumentar la motivación, tanto en lo referente al interés como a la autoeficacia. Y eso se puede planificar y se puede trabajar. Cada contexto es distinto, por supuesto, así que ofrecer unos principios generales puede que no sirva de mucho si luego no se contextualizan. Ahora bien, existen algunas consideraciones básicas comunes que pueden servir tanto para aprendizajes que uno mismo ha decidido emprender (por ejemplo, los cuatro aprendizajes que he descrito en el capítulo anterior) como para aprendizajes que uno no ha elegido, como los de la escuela o el instituto.

Conocerse a uno mismo, en el caso de los aprendizajes voluntarios, o conocer a nuestro alumnado, en el caso de los aprendizajes escolares, es fundamental. Y también es fundamental saber cuáles son los intereses de los destinatarios del aprendizaje: a qué aspiran en su desarrollo personal, qué les produce satisfacción, qué los hace sufrir, qué aborrecen, qué objetivos pretenden conseguir, cuáles son sus metas vitales, pequeñas o grandes, inmediatas o a largo plazo. Todo esto es importante a la hora de diseñar un buen proceso de aprendizaje desde la motivación. Recuerdo una visita que hice al barrio de Moravia en Medellín (Colombia). Coincidí en uno de los centros culturales con una reunión de maestros, y me invitaron a quedarme. Me fascinó lo que sucedía en aquella reunión. Estaba destinada a maestros nuevos que se incorporaban a las escuelas del barrio. En esa reunión participaban además maestros con experiencia en esas mismas escuelas y dinamizadores culturales y sociales del barrio. Durante la reunión se hizo una descripción del barrio, de sus dotaciones, su

geografía, el carácter de la zona, las dificultades y recursos, y se dieron algunas pinceladas acerca de la historia, un tanto peculiar, del vecindario. Después partieron todos en una visita a pie por las calles del barrio. El objetivo era que los nuevos maestros supieran de primera mano, por propia experiencia, cómo eran las calles que transitaban sus alumnos, en qué lugares se encontraban con sus amigos, los problemas de inseguridad o de tráfico, el ambiente socioeconómico y físico, urbano, en el que transcurría su vida fuera del colegio. Los organizadores de la reunión me explicaban que desde que lo hacían, habían mejorado mucho las relaciones entre estudiantes y profesores, debido a que los profesores entendían mejor a sus alumnos, y que eso generaba un mejor ambiente en la escuela, un mejor ambiente para el aprendizaje. Creo que una de las tareas más importantes que tiene que llevar a cabo alguien que quiere enseñar es, en primer lugar, conocer a aquellos que van a aprender de él o de ella. Esto también vale para nosotros mismos. No solo para el aprendizaje, claro, pero conocernos a fondo puede beneficiar también nuestros procesos de aprendizaje.

Ese conocimiento nos ayudará entre otras cosas a descubrir en qué medida tiene sentido el aprendizaje para el sujeto que está aprendiendo. Una de las cosas más frustrantes que me he encontrado al hablar con profesores y estudiantes es la falta de conexión en torno a la cuestión de si tiene sentido enseñar y aprender ciertas cosas (matemáticas, por ejemplo). La principal fuente de incomunicación es no darse cuenta de que la pregunta la tenemos que responder desde el punto de vista del estudiante, y esa respuesta debe ser acorde con el punto de vista del profesor. Pongo un ejemplo que he escuchado muchas veces: «Los estudiantes solo se preocupan por aprobar, no les interesa aprender»; y en contrapartida, suele decirse: «¿Para qué quiero

estudiar eso si no me va a servir para nada?», que la mayoría de las veces es una forma de decir «yo no le veo sentido a aprender eso, no tiene nada que ver conmigo». En muchas ocasiones el diálogo se queda ahí, es decir, no existe. Cada una de las partes mantiene su punto de vista y no trata de entender el de la otra. En los aprendizajes escolares, casi siempre es el profesor quien tiene la capacidad de entender el punto de vista del estudiante y quien puede hacer que ambos coincidan. Una herramienta útil es la evaluación, de la que hablaremos más adelante. Evaluar de tal forma que aprobar y aprender estén lo más cerca posible. Y eso sin renunciar a mover el punto de vista del estudiante para que sea capaz de ver más allá de lo inmediatamente útil o placentero, para lograr el objetivo fundamental de todo proceso educativo: instalar en los estudiantes el amor por el conocimiento. Nada hay más útil y que aporte más sentido.

Conectar con lo que aprendemos

Hay multitud de aspectos que intervienen en la conexión entre el contenido y sus destinatarios, y no quisiera caer en la tentación de simplificar, pero hay algunas cosas que pueden resultar útiles cuando van de la mano con una buena planificación basada en el conocimiento mutuo de las personas implicadas en el proceso de aprendizaje. Un buen paso suele ser conectar los contenidos que quiero enseñar (o aprender en el caso de aprendizajes diseñados para uno mismo) con lo que a los destinatarios ya les interesa, con sus intereses previos. Eso siempre o casi siempre se puede llevar a cabo, casi siempre puede establecerse tal conexión. A veces serán cuestiones de utilidad práctica, otras veces, de conveniencia para la vida laboral. También podemos encontrarnos con el placer de saber más, o con la curiosidad. A menudo, un buen conocimiento sobre

cómo el objeto de aprendizaje conecta o puede conectar con los intereses más profundos del sujeto de aprendizaje es el primer paso, la primera piedra para construir un aprendizaje sólido.

Quiero poner un ejemplo muy sencillo y que, aun con sus limitaciones, puede contribuir a que esto no se quede en una mera declaración sin aterrizar. Hace unos años participé en un concurso de monólogos científicos llamado *Famelab* que tuvo lugar en la ciudad inglesa de Cheltenham, en el marco de un impresionante festival de ciencias. El ganador internacional de aquella edición, el irlandés Fergus Macauliffe, dio una pequeña charla de tres minutos (es impresionante lo que se puede hacer en tres minutos) sobre el mecanismo intracelular de sustitución de agua por glucosa que utiliza cierta rana de los bosques para no congelarse en el invierno del norte de Canadá, que es donde habita (la rana). Yo no sé cuánta gente debe de haber genuinamente interesada en los mecanismos intracelulares de las ranas, pero sospecho que no mucha. Así que Fergus comenzó su monólogo de una forma impactante. Bajo los focos del escenario, ante un público en absoluto silencio, dio unos cuantos pasos lentos hasta el centro de la tarima, se quedó mirando a la audiencia y preguntó: «¿Cómo de clara es la línea que delimita la vida y la muerte? Todos nosotros tenemos algo en común: un corazón que late y nos mantiene vivos. Si nuestro corazón se para, nos llega la muerte. Pero ¿y si no necesitáramos un corazón que late para estar vivos? Para responder a esta pregunta debemos emprender un viaje hasta el norte de Canadá. Allí vive la rana de los bosques, que cada invierno difumina la línea entre la vida y la muerte». Fue un comienzo magnífico, todos los que estábamos allí le escuchábamos con la avidez de quien quiere saber cómo difuminar esa línea que separa la vida y la muerte. A todos nos interesa la muerte y cómo vencerla, gran parte de los esfuerzos de

la ciencia van en esa dirección y, no hace falta decirlo, es uno de los temas más poderosos de toda la literatura y las artes. Esa noche, Fergus nos dio una lección de biología, una lección sobre la glucosa y las células de esa sorprendente rana, e incluso sobre cómo podemos aprender de las ranas para mantener mejor los órganos que se usan en los trasplantes entre humanos. Pero también nos dio una lección sobre cómo despertar el interés por un tema que en principio podemos sentir alejado de nosotros. Y todo en tres minutos. Igual que hizo Fergus, muchas veces resulta fundamental encontrar en ese contenido que quiero transmitir algo que conecte con los intereses de quienes me escuchan o me leen. O con mis propios intereses: muchas veces los que nos dedicamos a la ciencia volvemos a recordar nuestra primera vocación para superar momentos de crisis de motivación. Esos intereses pueden estar en muchos lugares, por suerte hay gran cantidad de cosas que nos interesan. Las hay en elementos de la cultura, o de la actualidad, o en los temas universales (como el amor o la muerte), que siempre nos van a interesar. Por supuesto, esos intereses dependen mucho de quién es la persona o el grupo a quien va dirigido ese contenido, por eso (de nuevo) es tan importante conocerlos, conocerse, para aprender mejor.

Este movimiento que acabo de describir consiste en acercar el contenido a los destinatarios. Es el contenido el que se adapta, el que se mueve. Los intereses de los destinatarios no se modifican, ya estaban ahí, y lo que trato de hacer es conectar con ellos. Pero también es posible realizar el movimiento inverso. Es decir, generar en los destinatarios intereses nuevos, preguntas nuevas que no nos habíamos planteado y que de repente necesitamos que sean respondidas... y para las cuales el contenido o el aprendizaje que propongo tienen una respuesta. Que sean los destinatarios quienes

se muevan, que despierte en ellos una curiosidad que no tenían. Como ejemplo de ello me fascina la historia de Évariste Galois, que he usado en múltiples conversaciones y en muchas charlas. Es una historia que siempre despierta curiosidad. Galois fue un genio precoz de las matemáticas que murió el 31 de mayo de 1832 a la edad de veinte años. Su muerte no fue accidental, cayó herido en un duelo, y su vida acabó cuando era poco más que un adolescente. La noche antes de morir, Évariste Galois, seguramente temeroso ante su inminente final (su rival en el duelo era un experto capitán de la Guardia), hizo lo que haríamos todos. Escribió mensajes de despedida, se despidió de sus familiares y amigos, de la gente a quien quería. Pero Galois hizo algo más. Escribió de forma apresurada, febrilmente, las matemáticas que bullían en su cerebro adolescente. Escribió con urgencia sus ideas, ideas que la Academia de su época aún no estaba preparada para entender. Aquellos escritos concluían con un ruego a su amigo Chévalier: «Muestra mi trabajo a Jordan, a Gauss...», que eran los mejores matemáticos del momento. Al día siguiente Galois murió en brazos de su hermano a los veinte años. Hoy en día, doscientos años después de la muerte de aquel joven, todos los aprendices de matemático que en todos los países del mundo cursamos la carrera de Matemáticas, tenemos, en medio de otras materias como Álgebra o Geometría, una asignatura que tiene nombre propio, la única que lo tiene: *Teoría de Galois*. Cuando cuento esta historia la reacción es inmediata. Todo el mundo, invariablemente, quiere saber qué es lo que escribió aquel muchacho asustado la última noche de su vida, tan importante como para que hoy en día se estudie en las facultades de Matemáticas de todo el mundo. Esto es una muestra de cómo pueden despertarse intereses nuevos, preguntas nuevas que se responden mediante el aprendizaje que

quiero plantear. Es un mecanismo que vemos en nuestras pantallas todos los días. Las redes están llenas de títulos llamativos que nos invitan a entrar en ciertas noticias, páginas o vídeos, es el *clickbait* que nos engancha tantas veces. No queremos quedarnos sin saber. Hay una motivación inicial que despierta nuestro interés de manera explosiva y nos incita a querer aprender. Despierta ese mecanismo tan potente del que hablábamos en las primeras páginas: el hambre de saber, de conocer. Cuando esa hambre se despierta, haremos lo que sea necesario con tal de saciarla (al menos en un primer instante).

Quizá este sea un buen momento para volver la mirada a los cuatro aprendizajes que me he propuesto realizar durante el proceso de escritura de este libro y repasar qué me interesa de ellos. Si has hecho tu propia lista, es un buen momento para reflexionar también sobre ella. Es algo que muchas veces damos por sentado, si he decidido aprender algo, claro que es porque me interesa. ¿Seguro? Vale la pena examinar nuestras motivaciones reales. ¿Qué tienen que ver esos aprendizajes con mis intereses? ¿Por qué de entre todos los temas, asuntos, habilidades... que podría aprender me he decidido por esos tres, cuatro o cinco de la lista? ¿Qué te hace inclinarte por unos y descartar otros que seguramente también son muy interesantes? Ahora es el momento de hacer autoexamen, y este es el primer consejo que tengo para quien quiera aprender o enseñar algo: examinar las motivaciones o generarlas. A mí me encanta aprender cosas nuevas, y creo que es algo que comparto con la inmensa mayoría de la humanidad, es una motivación general, y bastante abstracta, pero muy potente. Hay quien lo formula de otra manera, pero si lo pensamos bien, muchas veces el placer de viajar es esencialmente un placer por conocer, como también lo es a su modo el disfrute del arte, de la literatura, de

la música, incluso de la conversación. Todos tienen algo de aprendizaje. Buscamos cambiar, incorporar experiencias que nos hagan la vida más interesante. A la mayoría de las personas nos gusta aumentar nuestra caja de herramientas de conocimientos o habilidades, así como saciar nuestra curiosidad y mejorar nuestra manera de estar en el mundo. Pero ¿por qué estos tres, cuatro o cinco temas en particular?

Vamos a indagar en las motivaciones. Te animo a que lo hagas con lo que estés tratando de aprender ahora. Quizá baste con tres preguntas sencillas: ¿por qué lo haces? ¿qué te aporta? ¿qué quieres conseguir en el fondo? Te aseguro que es un ejercicio muy interesante y gratificante. Para no aburrirte, solo compartiré lo que me ha motivado a emprender dos de los cuatro aprendizajes que me he propuesto abordar en el capítulo inicial. En mi caso, el primero es la historia de Al-Ándalus. He de confesar que nunca he sido demasiado aficionado a la historia, he sido poco activo en este campo del conocimiento, pero los contactos que he tenido con esta disciplina me han resultado muy satisfactorios, sobre todo con la historia de las matemáticas. Conforme me hago mayor, aumenta en mí el interés por la historia, y ojalá se me hubiera despertado antes, porque es fascinante. Lo que me gusta de aprender historia es, por un lado, tratar de comprender otras formas de ser humanos en sociedad, las que se dieron en el pasado, y, por otro, comprender el mundo que me rodea y cómo han ido surgiendo las ideas y las estructuras sociales que conforman nuestras formas colectivas de estar en el mundo hoy en día. Podría haber elegido muchos momentos y lugares, seguramente lo haré en el futuro, pero he elegido Al-Ándalus. Creo que los motivos fundamentales son los siguientes: por un lado, la cultura árabe me despierta mucha curiosidad, ha tenido épocas maravillosas y creo que ahora mismo

tenemos una imagen demasiado parcial y negativa de parte de la cultura árabe y la religión islámica. Por otro lado, creo que la de Al-Ándalus fue una época (y un lugar) muy avanzada en conocimientos científicos, artísticos y técnicos, durante la cual se dio una convivencia intercultural notable. Se produjeron intercambios muy ricos en muchos ámbitos: técnico, científico, filosófico, religioso, lingüístico... Pero la verdad es que no sé si estoy idealizando demasiado esa sociedad, quizá tengo una mirada muy ingenua sobre aquella época. Por eso quiero saber más. Creo que me aportará un conocimiento más rico del que tengo actualmente sobre la sociedad en la que me ha tocado vivir, y que aprenderé a respetar en mayor medida (por conocerlas mejor) otras formas de vivir y organizarse en sociedad.

Mi motivación para aprender a bailar salsa es algo que me tiene sorprendido a mí mismo. He cambiado de opinión en los últimos años con respecto al baile, con respecto al hecho de bailar en público o en privado, desde que por motivos laborales he estado viajando a Latinoamérica. Donde yo vivo, y en los ambientes en los que me muevo cuando estoy allí, el baile no ocupa un lugar demasiado importante como actividad de interacción social, y tampoco, al menos en mi caso, en el plano personal. Pero en muchos lugares de Latinoamérica es absolutamente distinto. Descubrir esta realidad distinta me llevó a preguntarme el porqué. Soy enormemente curioso, y en principio no tengo ideas preconcebidas sobre las cosas que desconozco, lo cual creo que es una suerte, porque la falta de prejuicios supone una ayuda inmensa para el aprendizaje. Así que en los distintos países de Latinoamérica observé mucho a la gente bailando, la interacción que se produce, el disfrute y la dedicación de tantas y tantas personas que en muchos otros aspectos son muy distintas entre sí. Y me parece que vale

mucho la pena intentar experimentarlo en mis propias carnes. Creo que, como para tantas otras cosas, para disfrutar del baile es preciso saber un poco. No he nacido en un lugar donde desde niño se viviera un ambiente de baile, así que el aprendizaje inicial me tocará hacerlo de mayor. Cuando me ponga a ello creo que me voy a sentir incómodo, al menos al principio, que me encontraré con barreras de pudor y vergüenza. Por eso este aprendizaje es un reto a nivel personal, más allá del desafío en sí que supone aprender los pasos y movimientos del baile. La superación de este reto personal es una motivación muy importante para mí en este caso, aunque me produzca cierta intranquilidad. Movernos a lugares que en principio nos resultan incómodos ya conlleva un cierto aprendizaje: he detectado algo con lo que no estoy del todo a gusto, una carencia. O cuando menos algo que creo que será interesante experimentar, aunque no se encontrara entre mis intereses hasta ahora. En cierto sentido es una aventura, sí... y los seres humanos somos exploradores por naturaleza.

Planificar el aprendizaje

Si no sabes adónde vas, probablemente acabarás en alguna otra parte.

LAWRENCE J. PETER

Si no sabes adónde vas, cualquier camino te llevará allá.

LEWIS CARROLL

Desde hace algunas décadas vivimos inmersos en la transformación digital de nuestra sociedad. Todo se ha convertido en digital, desde pagar en el supermercado hasta encontrar pareja, el entretenimiento y por supuesto la comunicación con las personas a las que queremos, todo se hace a través de alguna app y de la conexión a internet. Cualquier empresa que quiera sobrevivir en este nuevo ecosistema ha tenido que meterse, con mayor o menor fortuna, en lo que se conoce como TDE: la Transformación Digital Estratégica. Sin embargo, y aunque pueda parecer lo contrario, la inmensa mayoría de los procesos de transformación digital de las empresas son un fracaso. Entre los años 2015 y 2020, varios informes alertaron de que aproximadamente un setenta por ciento de este tipo de proyectos no tiene éxito, es decir, o bien no llegan a cumplir las metas que se habían puesto, o tienen que ser cancelados directamente porque producen un efecto negativo para la marcha de la empresa. La AIIM (Association for Intelligent Information

Management), que es una de las instituciones más importantes en la gestión de las tecnologías informáticas en las empresas, y también consultoras como Deloitte, o centros de estudios e investigación como el MIT coincidían en la gran cantidad de proyectos de transformación digital que se malograban. Esto es importantísimo para las pequeñas y grandes empresas de todo el mundo, así que las mejores consultoras han puesto a trabajar toda su inteligencia, humana y artificial, para tratar de descubrir cuál es la clave del éxito de un proceso de transformación digital. Y la han encontrado. No se trata de tener las mejores máquinas o la tecnología más disruptiva, ni siquiera se trata de contar con los profesionales mejor preparados para el cambio digital. Por supuesto que todos estos factores son muy importantes y es necesario tenerlos en cuenta, pero el ingrediente clave resulta ser otro. Lo fundamental para el éxito es *tener una buena estrategia*. Periódicamente, la escuela de administración de empresas MIT Sloan, una de las más prestigiosas del mundo, publica un informe sobre la madurez digital de las empresas. El título del informe de 2015 era clarísimo: «Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation», que podríamos traducir como «La estrategia, y no la tecnología, es lo que dirige la transformación digital». Desde entonces este punto ha sido analizado con detenimiento. El informe de la escuela MIT Sloan recoge cientos de entrevistas a directivos de empresas de distinto tamaño, y ha acuñado el término «madurez digital» para describir el grado de desarrollo de las estrategias digitales de las empresas. Año tras año se confirma que el factor más destacado para valorar la madurez digital de una empresa es si tiene o no tiene bien definida su estrategia de digitalización.

Quizá parezca alejado de nuestros objetivos en este libro, pero podemos aprovechar el conocimiento que han adquirido las grandes

consultoras y escuelas de negocio sobre las estrategias de digitalización para reflexionar sobre nuestros propios procesos de aprendizaje y mejorarlos. Todo aprendizaje es una transformación, y toda transformación es más exitosa si tiene una estrategia. Los desarrolladores de estrategias digitales han esquematizado el proceso en tres pasos: Diagnóstico, Dirección y Determinación. En inglés lo indican con las expresiones As-Is (tal como es), To-Be (lo que queremos ser) y Road-Map (la hoja de ruta).



Figura 1. Las tres fases del proceso de transformación digital pueden servirnos para planificar el proceso de transformación personal, que es un aprendizaje.

Cada uno de estos pasos necesita ser planificado de forma adecuada y en el caso de las estrategias digitales de las empresas todo ha de estar detallado minuciosamente, pero aun así podemos aprovecharlos para planificar nuestros aprendizajes. Partir de un diagnóstico de por dónde empezar, tener una idea lo más afinada posible de dónde quiero encontrarme al final del proceso de

aprendizaje, y poder marcar de forma adecuada los pasos para lograr ese cambio; estas tres etapas pueden ayudarnos a planificar mejor nuestros aprendizajes.

A la hora de implementar una estrategia de transformación digital, las empresas han visto que uno de los elementos que más influyen en que la estrategia resulte viable es el factor humano, y en particular la cultura de cambio que se tenga. Si los miembros de una empresa (desde la directiva hasta los empleados) permanecen demasiado anclados en el famoso «esto siempre se ha hecho así» y no están abiertos a transformar sus prácticas ni la propia estructura para acoger los cambios, las mejoras no llegarán, por mucha inversión que se haga. En nuestros aprendizajes ocurre lo mismo, a veces se trata más de cambiar nuestra forma de actuar que de tener los medios para aprender. Por eso está bien que reflexionemos sobre un punto en el que no solemos detenernos: la planificación de la estrategia de aprendizaje. Y es que, igual que ocurre en el caso de la transformación digital en las empresas, los expertos en aprendizaje también están de acuerdo con que una planificación adecuada es un ingrediente esencial para el éxito. Sea cual sea la experiencia que tengamos en el pasado, tanto si nos ha ido bien en nuestros aprendizajes, como si tenemos una historia de frustraciones, es muy bueno detenernos a examinar cómo aprendemos y elaborar una estrategia adecuada para hacerlo mejor. Así que detengámonos un momento a planificar.

Planificación del aprendizaje

Después de que en el capítulo anterior hayamos conseguido tener más o menos claras (o no) las razones que nos empujan a introducirnos o a mantenernos en un proceso de aprendizaje, vamos a abordar la planificación. Para ello hemos de tener en mente las

tres etapas que acabamos de mencionar. Quizá te parezca demasiado forzado, pero podríamos empezar respondiéndonos a las preguntas que definen esas etapas. De las dos primeras hemos hablado ya algo en las páginas anteriores, así que en este capítulo nos centraremos en la tercera.

- Diagnóstico: ¿qué sé de lo que quiero aprender?, ¿qué tiene que ver con mis conocimientos o habilidades actuales?
- Dirección: ¿cuánto me gustaría aprender?, ¿puedo identificar e incluso cuantificar qué habilidades quiero adquirir?, ¿a qué nivel?
- Determinación: ¿cómo lo voy a hacer?, ¿qué recursos voy a emplear?

Planificarse bien evitará que nuestro reto de aprendizaje salga mal o salga a medias, lo cual, si ocurre muchas veces, hará bajar nuestro nivel de autoeficacia con vistas a aprendizajes posteriores. No pasa nada por abandonar ciertos procesos si no nos satisfacen o si queremos cambiar, pero si la razón es no haber planificado bien, el abandono es un resultado negativo del que debemos aprender que tenemos que cambiar algo. Ocurre que, cuando acumulamos varios intentos fallidos de aprendizaje, creemos que no somos capaces de aprender la materia en cuestión, o incluso que ya no somos capaces de aprender nada, y eso puede paralizar nuestras capacidades. En muchas ocasiones se trata más de mala planificación que de incapacidad. Lo primero será tratar de saber cómo empezar, cómo afrontar el aprendizaje. Sobre todo si es un proceso que iniciamos por voluntad propia. A la hora de proyectar un aprendizaje no podemos dejarlo todo a la improvisación, eso está claro. Conviene tener una mínima planificación. A tal fin, lo mejor es, antes que nada, plantearse una serie de cuestiones de forma honesta y realista, y tener en cuenta el diagnóstico que resulte antes

de invertir el esfuerzo que requerirá esta empresa. Una buena planificación contribuirá a que nuestro aprendizaje sea satisfactorio, y eso a su vez hará que nos planteemos futuros aprendizajes con mayores garantías e interés.

Lo primero que cabe plantearse es: ¿qué recursos — fundamentalmente en términos de tiempo— estoy dispuesto a emplear en aprender? La mayoría de nosotros vemos cómo el tiempo dedicado a actividades explícitas y sistemáticas de aprendizaje varía mucho con la edad. Cuando somos niños o adolescentes dedicamos muchas horas diarias a actividades sistemáticas de aprendizaje. Pensemos, por ejemplo, en una persona que está en secundaria. Cualquiera de nuestros adolescentes pasa más o menos seis horas al día en clase. Podemos estimar que dedicará al menos otras dos horas de media a actividades relacionadas con las clases, que incluyen la preparación de exámenes y realización de tareas para las distintas materias. Esto depende mucho de cada persona, del nivel de enseñanza en el que esté y de la época del curso, por supuesto, pero nos puede servir de aproximación. A esas ocho horas habría que añadir las que dedican a aprendizajes no directamente relacionados con las clases. Pueden estar aprendiendo idiomas, música, arte u otras materias como robótica o informática. Incluyo aquí la práctica deportiva, que a esta edad también puede considerarse un aprendizaje. No creo que sea exagerado decir que un adolescente medio puede dedicar unas diez horas al día a actividades sistemáticas de aprendizaje.

¿Y los adultos? En la edad adulta normalmente las obligaciones laborales, familiares, etc., se llevan buena parte de nuestro horario. Aprender precisa tiempo, así que a la hora de pensar en nuevos aprendizajes uno tiene que preguntarse: ¿dispongo de tiempo para

dedicarlo a aprender? ¿Puedo tenerlo? ¿Cuánto necesito? Solo si respondemos con rigor a estas preguntas podemos comenzar a planificar nuestros aprendizajes. Por supuesto, esta cuestión está muy relacionada con el nivel que deseemos alcanzar en la disciplina o el tema que nos hemos propuesto aprender. Responder con precisión a la pregunta de cuánto quiero aprender no es fácil cuando no sabemos nada o muy poco de una materia o una disciplina, pero al imaginar, aunque sea de un modo aproximado, el alcance de la misión que vamos a emprender, podemos establecer una primera estimación temporal. Una orientación que puede resultarnos de utilidad es que, por lo general, una asignatura universitaria consta de unas sesenta horas de clase y unas noventa de trabajo autónomo, en total unas ciento cincuenta horas. Estas asignaturas se imparten aproximadamente a lo largo de un semestre. Así pues, podemos estimar que una asignatura universitaria exige una dedicación aproximada de una hora diaria durante seis meses.

Por ejemplo, en el caso de los aprendizajes que he emprendido, estimo que el tiempo necesario para aprender lo básico de la historia de Al-Ándalus serán unas quince o veinte horas. En principio es lo que voy a dedicarle, y ya veremos si al cabo de ese tiempo estoy satisfecho. Para aprender geometría algebraica al nivel que quiero debo empezar por una introducción fuerte, de nivel universitario. Estimaré por tanto el tiempo de una asignatura, unas ciento cincuenta horas, pero las voy a repartir en todo un año. También voy a dedicar entre quince y veinte horas a aprender a bailar salsa. Mi objetivo es tener la suficiente soltura, es decir, alcanzar un nivel muy básico. Finalmente, dedicaré unas treinta horas a aprender ciberseguridad. Como no parto de cero, creo que podré aprender rápido. Esto es solo una aproximación inicial, probablemente las estimaciones variarán según vaya avanzando en

el proceso, pero te recomiendo que hagas una planificación como esta, por lo menos para tantear un poco los recursos de tiempo de los que dispones y así saber qué aprendizajes de la lista que hiciste en los capítulos anteriores puedes emprender con ciertas garantías. En este punto, ser realistas puede ayudarnos mucho a que el proceso sea satisfactorio.

Una vez hecha esta estimación y planificación, conviene evaluar hasta qué punto es realista. Para los cuatro aprendizajes que me he planteado mi estimación inicial es un total de doscientas veinte horas aproximadamente. Si dedicara dos horas diarias a estos aprendizajes, dejando aparte los fines de semana, serían unos cinco meses. Además, la geometría algebraica la voy a repartir a lo largo de todo un año. Yo creo que son metas realistas, así que doy mi plan por válido, creo que es compatible con mis labores profesionales, mi tiempo libre, etc. Ahora lo que haré será marcarme un horario para estos aprendizajes. Quizá no hace falta que sea detallado y estricto, pero en muchos casos resulta muy conveniente. Así podré ver si esta temporalización de cinco meses encaja o no en mi vida. Si te parece, vuelve a tu libreta y haz una planificación por el estilo. Si no organizamos el tiempo que vamos a dedicar al aprendizaje y somos un poco estrictos con su cumplimiento, acaba ocurriendo que dedicaremos a aprender solamente los pequeños huecos dispersos que vamos teniendo en nuestro día a día, lo cual hace que en casi todas las ocasiones el proceso se frustre (y nosotros también).

Antes de pasar al siguiente aspecto de la planificación, déjame hacerte una advertencia sobre el optimismo... y a la vez una invitación a ser optimista. Las personas optimistas se atreven más, se animan más a emprender proyectos, entre ellos los de aprendizaje. Además, son más resistentes ante las dificultades, las

personas optimistas no se rinden fácilmente, no importa cuántas veces fracasen, siempre tienden a empezar de nuevo. Esta actitud es muy importante a la hora de emprender un aprendizaje, y este libro es entre otras cosas un fundamento para ese optimismo, porque algo que repetiremos muchas veces es que lo que se sabe sobre el aprendizaje indica que en general somos muy capaces de aprender; también sabemos que existen ciertas formas de aprender mejores que otras, y que estas formas buenas podemos aprenderlas e incorporarlas para obtener resultados más exitosos en los procesos de aprendizaje que emprendamos. Y ahora viene la advertencia: las personas optimistas no son, en general, buenas planificadoras. Minusvaloran el efecto de las dificultades y no suelen considerar el fracaso como una opción. Cuando se trata de aprender, hemos de contemplar un horizonte en el que tanto las dificultades como la amenaza del fracaso van a estar presentes. Así que, una vez que tengas listas tus planificaciones de aprendizaje, revísalas también desde este punto de vista. Los psicólogos y economistas Daniel Kahneman y Gary Klein proponen lo que ellos denominan un análisis *pre mortem* de nuestras planificaciones. Resulta muy útil para muchísimas cosas, no solo para los aprendizajes. Consiste en situarse en el futuro e imaginar que tu proyecto (de aprendizaje en este caso) ha fracasado, situarte mentalmente en ese futuro en el que no has sido capaz de conseguir lo que querías. En cuanto hayas asumido esa situación hipotética, invierte entre cinco y diez minutos en elaborar un breve informe de por qué ha fracasado el proceso. Si lo haces de forma sincera y cuidadosa, seguro que descubres algunos fallos en tu planificación. La mayoría de los errores seguramente los podrás achacar a tu parte optimista, que, por lo demás, te será de gran ayuda en otros aspectos del aprendizaje. Repasa entonces tu

planificación y modifícala si hace falta para no caer en la trampa que tu optimismo te puede estar tendiendo.

¿De quién aprendo?

Aún me falta una pregunta más para poder acometer la planificación de mis aprendizajes: ¿qué clase de ayuda necesito para aprender eso que me he propuesto? Está claro que yo solo no voy a poder, así que necesitaré alguna fuente de aprendizaje, alguien o algo de quien aprender.

De entre todas las personas con las que he hablado mientras escribía este libro he seleccionado algunas a las que admiro y que he comprobado que son capaces de llevar a cabo buenos aprendizajes. A todas ellas les he hecho la misma pregunta: Cuando quieres aprender algo nuevo, ¿qué haces?, ¿por dónde empiezas? Invariablemente, en todos los casos, la respuesta fue inmediata (y acertada): «Depende de lo que quiera aprender». Y a partir de ahí entraban en detalle. Me sorprendió la variedad de respuestas. Hay gente cuyo primer impulso es acudir a un experto. Para otros es imprescindible un buen libro. Hay quien huye de los expertos, de los libros y de los cursos reglados. Para la mayoría, la primera ventana a la que asomarse es internet. Casi todo el mundo coincidía en que buscaría entre sus conocidos a alguien que pudiera ponerlo sobre la pista de cómo empezar correctamente el aprendizaje en cuestión.

Hay muchos estilos de aprendizaje distintos, incluso para aprendizajes similares. Con esto no quiero decir que las personas aprendamos de un modo esencialmente distinto en cuanto a los mecanismos cerebrales implicados, ni que lo que le sirve a uno no le sirva a otro. Como veremos más adelante, las personas somos muy similares en nuestra forma de aprender, y la ciencia del aprendizaje se basa (con éxito) en esas semejanzas universales tan marcadas.

Lo que quiero decir es que los recursos que vamos a necesitar para aprender algo nuevo pueden variar según la disciplina.

Una de las variantes principales entre los recursos de aprendizaje que tenemos a nuestra disposición son los materiales autocontenidos, listos para que cualquiera los pueda usar de forma autónoma. Estos van desde los vídeos y tutoriales que podemos encontrar en la web hasta libros de texto y otros libros especializados. También podemos incluir los cursos preparados, que constan de material escrito, ejercicios prácticos, materiales de apoyo, etc., pero en los que no interactúas directamente con un profesor o profesora que te dé indicaciones acerca de cómo vas, o al que puedas pedirle directamente que te aclare las dudas que te vayan surgiendo. Estos materiales pueden ser muy útiles y a través de la web tenemos a nuestro alcance cursos formativos de prácticamente cualquier disciplina, muchos de ellos de gran calidad. Pero hay que saber distinguir lo bueno de lo que no lo es, y si no posees ningún conocimiento del tema, seguramente no sabrás distinguirlo. Para ello necesitaremos ayuda o un método de discernimiento. Así pues, un segundo recurso posible y deseable sería contar con la colaboración de un experto. Si tenemos algún experto o experta cerca, creo que sería una buena idea preguntarle; seguramente podrá citarnos distintas fuentes que nos permitan un acercamiento inicial satisfactorio, si es eso lo que queremos, o un buen material de especialización o profundización si deseamos ir más allá. Si conocemos a más expertos, entonces podemos contrastar con ellos las recomendaciones de unos y otros y así tener un buen punto de partida. Pero ¿y si no conocemos a nadie? En ese caso tendremos que seguir una estrategia de discernimiento. Voy a proponer dos tipos de estrategia que suelen usarse en el entorno de la gente que se dedica al desarrollo de software: la estrategia caviar

y la estrategia panda.

El caviar es un alimento de lujo, sí, pero lo que nos interesa aquí es que está formado por un montón de huevos de peces. Los peces son ovíparos, se reproducen por huevos, y en cada puesta, dependiendo de la especie, la hembra suelta miles o incluso millones de huevos. Luego el macho los fecundará y de ahí nacerá la nueva generación de peces. La cantidad de recursos puestos en cada uno de esos huevos en particular es muy pequeña, por eso en esta estrategia reproductiva no importa que centenares o miles de esos huevos se malogren y no lleguen nunca a producir un pez adulto. En la estrategia caviar para buscar fuentes de formación lo que hago es mirar muchas y muy variadas, y dedicar a cada una de ellas una cantidad pequeña de recursos (tiempo) para evaluar si me convence o no, si es una buena fuente o no. Me hago una lista y anoto un par de descriptores en cada entrada de esa lista. Muchas de ellas las desecharé, pero no importa porque no he invertido en ellas una gran cantidad de recursos. Además, en el proceso de evaluación de cada una de estas fuentes formativas iré aprendiendo a discriminar mejor y dispondré de algunos elementos para distinguir las que pueden servirme.

Por el contrario, los pandas son animales que suelen tener una sola cría. Su reproducción resulta costosa y la cantidad de recursos que emplean en el cuidado de sus cachorros es tan grande que cada uno de ellos es muy preciado para sus progenitores. Los cuidan de una forma muy concienzuda, y la muerte de una cría de panda supone una desgracia para su madre y una seria dificultad para la supervivencia de la especie. La estrategia panda consiste en invertir todos mis recursos en una o dos fuentes formativas. Si alguien en cuyo criterio confío me recomienda una o dos fuentes determinadas, puedo estar dispuesto a emplear mis recursos en

ellas, con la esperanza fundada de que saldrá bien. Así, estaré dispuesto a comprar y leer un determinado libro, a inscribirme en un curso recomendado, o a empeñarme en seguir adelante con cierto plan de formación, sabiendo que esos recursos que estoy empleando van en la buena dirección. Mi apuesta es más fuerte pero más segura que la que hago con cada uno de los recursos que exploro en la estrategia caviar antes de decantarme por alguno.

Antes he mencionado los cursos, que serían un tercer tipo de recurso, junto con los vídeos, libros, etc., y los expertos. Cuando uno decide hacer un curso normalmente es porque tiene buenas referencias de la plataforma o escuela que lo propone, de sus contenidos o de las personas que lo imparten. Los cursos tienen en común con los libros que poseen una estructura cerrada y preparada para el aprendizaje, y además permiten la interacción con expertos (el profesorado del curso). Hay muchísimos cursos disponibles en nuestro entorno cercano, de forma presencial y también a través de internet. Es un tipo de recurso magnífico para una gran cantidad de aprendizajes.

Finalmente, otro recurso al que tenemos acceso desde hace unos años es la comunidad de usuarios de internet. Es decir, cientos de millones de personas que interactúan a través de una estructura que permite formular y responder preguntas sobre cualquier tema. Y que realmente se usa para eso. La comunidad es algo así como un experto colectivo. Internet es un magnífico repositorio de cursos, tutoriales, vídeos explicativos..., pero también contiene muchísimos foros donde podemos conversar y resolver dudas sobre prácticamente cualquier cosa. Esta comunidad es extremadamente útil para resolver aspectos técnicos, sobre todo en informática, para aclarar dudas que puedan aparecer durante un aprendizaje que ya estamos emprendiendo por nuestros propios medios, o siguiendo

algún curso, un libro, etcétera. Por ejemplo, cuando uno está aprendiendo a manejar un dispositivo, a programar en un determinado lenguaje o a construir páginas web, surgen dudas y errores que son muy comunes. Y lo mismo sucede cuando estás manejando una aplicación, o con las dificultades diarias que surgen con el uso del ordenador. Es casi seguro que el error o la dificultad que te ha surgido a ti le haya aparecido ya a alguien antes, y además es muy probable que ese alguien lo haya preguntado en algún foro de internet, que algún experto se lo haya solucionado y que esa solución esté disponible en el foro. Desde hace muchos años, en el mundo de la informática existe la tradición de preguntar y responder a través de foros. Esta tradición, que proviene en gran parte de la comunidad del software libre, se caracteriza por el rigor y la generosidad de los expertos que nutren los foros. Para poder aprovechar bien este recurso es muy importante saber hacer las preguntas oportunas de la forma adecuada. En general, saber preguntar bien es un aliado fundamental del aprendizaje. Más adelante nos detendremos un poco más en este asunto.

Para los retos de aprendizaje que me he planteado he usado las dos estrategias mencionadas más arriba. Por ejemplo, para aprender historia de Al-Ándalus comencé usando una estrategia caviar. Lo primero que hice fue leer algunos artículos en Wikipedia, para hacer una primera aproximación al tema y ser capaz de situar algunas fechas, etapas fundamentales y algunas personas relevantes. Después, ya con un poco de información en la cabeza, me planteé preguntar por buenos recursos, y lo hice en Twitter, que a veces sirve de foro para pedir ayuda. De entre todo lo que me recomendaron varios expertos en historia, decidí ver algunos vídeos en YouTube que me han servido para completar la primera idea que me había hecho y volver de nuevo a leer los artículos de la

Wikipedia tras haber pasado por las explicaciones de un par de expertos. Me sirvió mucho volver a la lectura de estos artículos tras haber visto los vídeos con explicaciones. En total no he empleado más de cinco horas y creo que me he hecho una buena idea inicial. Con eso me siento preparado para seleccionar algún libro que me pueda aportar algo más de profundidad y detalle. Y para eso de nuevo lo que he hecho ha sido pedir recomendaciones a gente que sabe del tema. Con las recomendaciones y la ligera idea inicial que he adquirido, he elegido un libro, y a ese libro dedicaré la mayor parte de las horas que tenía reservadas para este aprendizaje.

Con la geometría algebraica voy a usar una estrategia panda. Yo conozco el área, sé quiénes son buenos autores, y aunque no conozco todos los libros que me pueden servir, he optado por un par de buenos libros y me emplearé a fondo estudiándolos. He elegido dos libros de distinto nivel, con aproximaciones diferentes a la materia. Así podré tener una visión más completa. Ambos libros son del nivel que se requiere en un grado universitario y superior. Contienen la información que alguien que desee introducirse profesionalmente en la investigación de esta área debería saber para empezar. Como ese es mi objetivo, tengo conocimiento de buenas fuentes y estoy dispuesto a sacarles partido, en este caso me inclino por la estrategia panda. La geometría algebraica es un área muy amplia, así que voy a abordar el acercamiento a esta materia seleccionando algunos temas clave que quiero aprender. Uno, de nivel básico, es la teoría de eliminación. Es un tema en el que se puede avanzar hasta niveles muy especializados, pero es básico en el sentido de que con los conocimientos de matemáticas que yo ya poseo, podré alcanzar cierta soltura solo con estudiar partes de uno de los libros y practicando ejercicios y problemas. Creo que podré avanzar sin demasiados apoyos externos. El otro

tema es una introducción a la teoría de haces y esquemas. Es más avanzado, y lo voy a abordar después del primero. En este caso aspiro a tener claros los conceptos clave, para poder leer más adelante artículos sobre el tema y comprender al menos los planteamientos generales. Voy a seguir con meticulosidad los libros que he elegido, recurriendo a alguna bibliografía complementaria si la necesito. Como parto de una base más o menos avanzada en álgebra conmutativa, que está relacionada con la geometría algebraica, y como mi interés es adquirir conocimientos expertos, considero que la estrategia panda es más adecuada en este caso.

Para aprender ciberseguridad he recurrido a cursos de internet. He empezado por cursos básicos que se ofrecen en plataformas oficiales. La ciberseguridad es un tema que preocupa a empresas y organismos oficiales, así que existe una gran cantidad de cursos de iniciación y cursos avanzados de buen nivel. He comenzado por los que ofrece Rediris, que es la red académica y de investigación española. Estos cursos me han resultado sencillos, pero me han servido para refrescar algunos conceptos básicos. Después he mirado cursos oficiales de acreditación en algunos temas concretos de ciberseguridad.

Finalmente, para el tema de la salsa me he planteado unos recursos diferentes. Como parto absolutamente de cero, y además comienzo con una sensación de inseguridad ante el baile, lo primero que he hecho ha sido visionar unos vídeos para adquirir una base mínima. Esto me ayuda a no estar absolutamente perdido, y además contribuye en parte a cimentar esa especie de inseguridad que siento, aunque sea ilusoria, no lo sé. En algún momento, lo que de verdad necesitaré será bailar con gente, así que me he animado a dejarme enseñar por amigos y amigas que saben más que yo en la pista. Mis pretensiones no son técnicas, así que no me interesa

tanto acudir a clases para depurar el estilo, quizá eso llegue más tarde, en algún momento. Lo que busco más bien es adquirir seguridad, es una cuestión de actitud ante el hecho de bailar. Por tanto, los recursos van a ser adquirir un mínimo de conocimiento y práctica con gente con la que me sienta a gusto.

Un poco más arriba, al principio de este capítulo, he hablado de la importancia de una estrategia. Por el momento nos hemos detenido en la planificación, en saber seleccionar la fuente que guiará mis aprendizajes. Una vez asentado este punto, vamos a una de las cuestiones centrales de este libro: *se puede aprender a aprender*. Es posible diseñar una estrategia de aprendizaje, y la ciencia ha descubierto cómo hacerlo. Este será el tema del próximo capítulo.

Estrategia: saber aprender

ADVERTENCIA

Este capítulo es un poco especial. En él propongo una metodología de estudio y aprendizaje. Puedes leerlo ahora o leerlo de forma independiente al terminar el libro. Es algo más árido que otros capítulos, pero a la vez puede ser más útil.

Los verdaderos maestros se utilizan a ellos mismos como puentes que invitan a sus estudiantes a cruzar; entonces, habiendo facilitado la travesía, alegremente se derrumban, animándolos a crear puentes propios.

NIKOS KAZANTZAKIS

Durante los años 2018 y 2019, varios profesores de dos prestigiosas universidades estadounidenses, la Elon University, en Carolina del Norte, y la Hofstra University, en Nueva York, decidieron lanzar un experimento para mejorar las estrategias de aprendizaje de sus estudiantes. El planteamiento que llevaron a cabo puede parecer obvio, pero por desgracia no es demasiado frecuente: decidieron *enseñarles a estudiar*. Se centraron en los estudiantes de primer año y lo que hicieron fue diseñar un curso en el que, basándose en el conocimiento científico acerca de cómo aprendemos (que es

mucho) los estudiantes incorporaran las estrategias que se sabe que son más eficaces y se deshicieran de algunos mitos sobre cómo estudiar que están muy instalados en nuestra sociedad (incluso en centros educativos) pero que, o bien son inútiles, o como mínimo son poco eficaces. Los resultados del estudio fueron los esperables, pero también fueron muy claros y esperanzadores: saber cómo estudiar efectivamente ayuda a estudiar mejor, a aprender más y a que el aprendizaje se mantenga en el tiempo. La conclusión no es nueva, es sabido desde hace tiempo que uno de los factores fundamentales en el éxito de un aprendizaje es tener una buena estrategia. El estudio de estas universidades apoya esa tesis con un análisis sistemático y una medición de los resultados. Cuáles son las mejores estrategias para el aprendizaje es una cuestión que se ha estudiado sobre todo en contextos académicos, pero nosotros vamos a aprovecharnos de esas investigaciones. Las enseñanzas que arrojan la gran cantidad de estudios que se han realizado son, en buena medida, extrapolables a aprendizajes en otros contextos menos formales.

Hay mucha gente que piensa que para aprender algo basta con ponerle ganas, que la capacidad personal es el factor principal para el éxito en los estudios, o que un buen ambiente familiar o personal (incluida una situación económica desahogada) son determinantes para el aprendizaje. Y aunque todas estas impresiones tienen algo de cierto, sobre todo la última, no son del todo definitivas. Analizaremos esos factores más adelante, en especial la cuestión del ambiente socioeconómico en que vivimos, y veremos en qué sentido pueden favorecer o limitar nuestra capacidad de aprendizaje. Diversas estadísticas y estudios indican que estos factores que acabamos de enumerar son relevantes, pero en esa lista falta uno de los que más influyen en el éxito del aprendizaje:

tener una buena estrategia. Es lo que podríamos llamar «saber estudiar» o «saber aprender» y, efectivamente, como demostraron los investigadores de las universidades Elon y Hofstra, estas buenas estrategias se pueden aprender y tienen efectos claros.

Se puede aprender a aprender

Hay una especie de refrán un poco antiguo que a muchas personas les sirve como excusa para defender sus propias prácticas de enseñanza y aprendizaje. Es aquello de «cada maestrillo tiene su librillo», a lo que podríamos añadir algo como «cada alumnillo tiene su librillo», que viene a decir que cada cual tiene sus propias formas de enseñar o aprender, y que no hay unas mejores que otras mientras sirvan a su propósito. Pero sabemos que eso no es cierto, sabemos que sí hay herramientas y estrategias de aprendizaje que sirven más que otras. De la mano de esta idea no del todo acertada del maestrillo y su librillo, podemos llegar a las teorías de las inteligencias múltiples o de los estilos de aprendizaje, ambas desmentidas desde hace tiempo por la psicología cognitiva y la neurociencia. No quiero decir que todos aprendamos lo mismo de la misma forma y al mismo tiempo, o que no haya diferencias individuales en cuanto a las capacidades, tendencias o habilidades con que partimos en la vida. Hay que tener cuidado con etiquetarnos dentro de un supuesto «estilo de aprendizaje». Las teorías psicológicas y educativas de los estilos de aprendizaje que gozan de una gran aceptación, incluso en ambientes académicos, no han aportado ninguna evidencia teórica ni han demostrado ser útiles a la hora de mejorar el éxito en los aprendizajes. Es más, tienen el peligro de hacer que los aprendices sean etiquetados o se etiqueten a sí mismos en uno u otro estilo, generando creencias autolimitantes. Dicho de otro modo, pueden inducir a las personas a

pensar cosas como «yo es que soy de estilo visual, no puedo aprender este tipo de conocimiento que no va con mi estilo de aprendizaje, me resulta muy difícil». Afirmaciones como esta suelen ser falsas y perjudiciales. La teoría de los estilos de aprendizaje ostenta el dudoso honor de estar incluida en la lista de los cincuenta mitos más difundidos sobre el comportamiento humano. Algo similar se puede decir sobre la evidencia científica de la teoría de las inteligencias múltiples y su aplicación en educación. Aunque la definición de inteligencia incluye distintas habilidades, no podemos traducir esto directamente en la práctica educativa. El propio Howard Gardner, el creador de esta teoría, desaconseja su aplicación directa en la enseñanza, y sugiere más bien individualizar la enseñanza al ritmo y necesidades de cada estudiante y abordar de distintas formas las materias más importantes, así como emplear distintos recursos y aproximaciones para su enseñanza.

Es cierto que todo refrán tiene su poso de verdad, y el del maestrillo y su librito no es una excepción. También es cierto que no hay una única forma de enseñar ni una única forma de aprender. Pero también lo es que hay algunas prácticas que en general funcionan mejor que otras, y así lo han puesto en evidencia decenas de experimentos científicos. Uno de los estudios más conocidos sobre qué estrategias han demostrado ser más eficaces es el que publicaron John Dunlosky, Katherine Rawson, Elizabeth Marsh, Mitchell Nathan y Daniel Willingham en el año 2013. No es el único, ni mucho menos, pero es uno de los más completos y claros. Dunlosky y sus colegas eligieron diez técnicas de estudio de entre las más comunes. Seleccionaron técnicas que los aprendices pudieran implementar de forma autónoma sin ayuda, es decir, sin precisar tecnologías avanzadas o materiales que solo pueden preparar expertos —lo cual hace sus conclusiones extrapolables en

buena medida a situaciones de aprendizaje no escolares—. Dominar en profundidad estas técnicas puede requerir cierta práctica o entrenamiento, pero en principio cualquiera debería ser capaz de emplearlas sin ayuda. La lista de técnicas elegidas es la siguiente (comprueba si las usas cuando quieres aprender bien algo, o si las usaste en tu época de estudiante, si es que ya ha pasado):

1. Interrogación elaborativa: es decir, generar una explicación de una idea, de un proceso, o de por qué un hecho o un concepto es cierto.
2. Autoexplicación: explicar cómo una información nueva se relaciona con información ya conocida o explicar los pasos que se han dado en la resolución de un problema.
3. Resúmenes: elaborar resúmenes o esquemas de textos que tenemos que aprendernos.
4. Subrayado: marcar o subrayar las partes importantes de un material que estamos leyendo.
5. Reglas mnemotécnicas: usar palabras clave o imágenes mentales a las que asociamos partes de un material que queremos aprender.
6. Imágenes asociadas al texto: Intentar formar imágenes mentales de materiales textuales mientras los leemos o escuchamos.
7. Relectura: releer o reestudiar materiales escritos tras leerlos por primera vez.
8. Test de práctica: autoexaminarse o hacer test sobre el material que queremos aprender.
9. Práctica distribuida: implementar un calendario de práctica que distribuye las actividades de estudio y repaso a lo largo del tiempo.

10. Práctica intercalada: Implementar un calendario de práctica que mezcla distintos tipos de problemas o diferentes disciplinas o materiales en cada sesión de estudio.

Como puedes ver, estas técnicas se aplican directamente al estudio escolar, universitario, de oposiciones, etc. Pero si lo piensas un poco, muchas de ellas se pueden aplicar a saberes más prácticos, como aprendizajes técnicos, musicales o incluso físicos y deportivos. Una vez hecha la selección de técnicas de aprendizaje por evaluar, Dunlosky y su grupo se lanzaron a estudiar toda la literatura científica existente sobre estas técnicas y su eficacia. Resulta que existen cientos de artículos y estudios que evalúan dichas técnicas. Lo que ellos buscaban era saber si cada una de las técnicas enumeradas funcionaba, en qué medida y por qué. Buscaron en la literatura las bases biológicas, psicológicas y neurológicas por las que cada una de esas técnicas debería funcionar, hasta qué punto eran generales sus efectos, es decir, si se podían aplicar a distintos aprendizajes por distintos tipos de persona. También estudiaron cuáles eran los efectos y las dificultades que existían para llevar a cabo dichas prácticas, y no se limitaron a hacer un análisis meramente teórico, sino que examinaron su puesta en práctica real. El estudio es largo y meticuloso, y las conclusiones, muy claras y sólidas. El veredicto de este trabajo está resumido en la siguiente tabla.

TÉCNICA	UTILIDAD	GENERALIDAD
Test de práctica	ALTA	ALTA
Práctica distribuida	ALTA	ALTA
Práctica intercalada	MEDIA	MEDIA
Interrogación elaborativa	MEDIA	ALTA

Autoexplicación	MEDIA	ALTA
Resúmenes	BAJA	MEDIA
Subrayado	BAJA	MEDIA
Reglas mnemotécnicas	BAJA	BAJA
Imágenes asociadas al texto	BAJA	BAJA
Relectura	BAJA	MEDIA

Dos de las técnicas estudiadas tienen un efecto positivo comprobado y generalizable a distintos aprendizajes. Son los *test de práctica* y la *práctica distribuida*. Además, el estudio demostró que existe un fundamento teórico muy sólido para el funcionamiento de estas técnicas, basado en cómo funciona la memoria humana. Es decir, que el hecho de que estas técnicas funcionen está en consonancia con lo que la ciencia sabe acerca de cómo trabaja nuestro cerebro a la hora de incorporar nueva información. Hay otras tres técnicas que también tienen un efecto positivo, aunque no tan intenso, y cuya eficacia está también demostrada: la *práctica intercalada*, la *interrogación elaborativa* y la *autoexplicación*. Finalmente, hay algunas técnicas que por sí mismas no han demostrado tener un efecto significativamente positivo en nuestro aprendizaje, que son los resúmenes, el subrayado, las reglas nemotécnicas, las imágenes asociadas al texto, y sobre todo la relectura. En esta lista de técnicas menos eficaces hay algunas que nos resulta muy sorprendente encontrar, porque son las que usamos casi todos. Son técnicas que en muchos centros escolares se enseñan como el corazón de las técnicas de estudio: los resúmenes y el subrayado. Además, muchos estudiantes repasan mediante relecturas, y seguramente la mayoría de ellos afirmarán sin dudar que eso les sirve para aprender.

El hecho de que ciertas técnicas como el subrayado o los resúmenes no hayan demostrado su eficacia, no quiere decir que no sirvan para nada. Sí que sirven, pero por sí mismas, usadas de modo aislado, no son eficaces para el aprendizaje. Pongamos por ejemplo el subrayado. El mero hecho de leer un texto subrayando sus ideas principales o resaltando con colores los encabezados o ideas principales no aporta un beneficio directo al aprendizaje. Sí puede aportarlo indirectamente de varias formas. En primer lugar, a la hora de seleccionar las ideas principales o los datos relevantes de un texto, hemos de hacer una lectura atenta de este y, sobre todo, un esfuerzo de comprensión del contenido, que sí suponen un beneficio para el aprendizaje. Además, cuando emprendamos el estudio del tema en cuestión, el subrayado nos permite centrarnos en una parte seleccionada de la información, la más importante, que es la que merece la pena incorporar. Una vez incorporada esta, podemos incorporar los detalles y relaciones internas del tema (no se trata de dos pasos necesariamente separados en el tiempo, podemos incorporar detalles mientras construimos el esquema). Al hacer nuestros test de prácticas, o al comprobar si cuando tratamos de evocar el tema no nos estamos dejando nada importante, el subrayado puede ser de gran ayuda. Es una técnica que está al servicio de las que funcionan plenamente para el aprendizaje. Pero por sí mismos, elaborar resúmenes o subrayar no nos hacen aprender. Las conclusiones del estudio de Dunlosky y sus colegas pueden resultarnos sorprendentes en un primer contacto, pero desde el año 2013 otros muchos estudios las han corroborado y ampliado.

Una vez que hemos visto, aunque sea por encima, cuáles son las técnicas más útiles para aprender y cuáles no lo son tanto, es el momento de elaborar nuestra propia estrategia de aprendizaje,

nuestro plan de estudio. Y aquí sí que, dependiendo de nuestras circunstancias, los recursos que estemos dispuestos a emplear, y de aquello que queramos aprender... los distintos planes pueden ser muy variados. Ahora podemos aplicar aquello de «cada maestrillo tiene su librillo», pero partiendo de lo que acabamos de ver: hay prácticas que sirven (y está demostrado) y otras que sirven menos (y también está demostrado). La pregunta importante ahora es: ¿cómo puedo poner todo esto en práctica? A continuación, te contaré un poco mi «librillo», que es una posible forma de llevar estas ideas al día a día del aprendizaje. He podido aprender mucho de mi propia experiencia como estudiante reflexionando sobre cómo fue, a la luz de los estudios sobre el aprendizaje que he podido leer, ahora que yo soy el que enseña (y también el que sigue aprendiendo, claro). Mi vida de estudiante fue bastante exitosa, y la causa no es que yo fuera una especie de genio o tuviera una capacidad excepcional. No soy ningún genio, y aunque tengo cierta facilidad para los estudios y para la concentración, esta no me hubiera servido de nada sin una buena técnica de estudio, sin una buena estrategia de aprendizaje. Vamos a analizar un poco esa estrategia, que he puesto en práctica y he mejorado más tarde contrastándola con las investigaciones sobre el tema, como las de Dunlosky y sus colegas, entre otras.

De menor a mayor resolución

Seguramente alguna vez has visto cargar una imagen en el ordenador o en el móvil de modo que al principio aparece la fotografía borrosa y fragmentada, pero poco a poco va adquiriendo resolución hasta que la vemos cargada con todo detalle. Es algo que podría describir bien el primer paso de esta propuesta de «estrategia general» a la hora de enfrentarme a un aprendizaje.

Normalmente, primero busco tener una idea general del tema, algo que pueda repetirme a mí mismo o a otros en pocas palabras, las menos posible, una descripción del tema, un resumen. Algo que pudiera decir cómodamente en una conversación con un amigo si me preguntara qué estoy aprendiendo, de qué va el tema. En los artículos científicos es lo que llamamos «abstract» por su nombre en inglés. De este modo expresamos en un solo párrafo cuál es el problema que queremos resolver en el artículo, cuáles han sido los avances que hemos logrado y, si es pertinente, una breve descripción de cómo lo hemos hecho. Solo con leer esas pocas líneas, el posible lector decide si realmente merece la pena entrar a leer el artículo completo en todo detalle, lo cual puede ser una tarea muy exigente.

Una vez adquirida una idea general del tema, trato de hacerme con su estructura. Cuáles son, si las hay, las partes principales y cómo se relacionan entre sí. Esto exige trabajo, por supuesto, y dicha estructura solo la podemos ir identificando a medida que entremos en contacto con los contenidos y trabajemos sobre estos. A lo largo del estudio de un tema yo elaboro muchas versiones de estos esquemas de estructura del tema. La estructura es muy importante, procurar identificarla es una buena forma de adquirir un conocimiento profundo de una lección, de un concepto, de un libro o de un artículo, ya sea científico, de divulgación, periodístico o de ficción. Durante varios años fui profesor en un instituto de educación secundaria, y por aquel entonces había un ejercicio que hacía muy a menudo con mis estudiantes: les pedía que contaran al resto de la clase su película favorita, o que explicaran algún libro que les gustara, o un cuento. Pero sobre todo lo hacía con las películas (también vale para las series, claro). Es un ejercicio extraordinariamente útil, sobre todo si uno decide trabajarlo a fondo.

Permite analizar nuestra capacidad de extraer la estructura de una pieza de información, la relación entre sus partes y la secuencia de ideas o sucesos que la componen. Esto lo he aplicado muchas veces a lo largo del tiempo, muchas. Por un lado, para tratar de entender, memorizar, reproducir y usar demostraciones de teoremas matemáticos. Y, por otro, a la hora de contar cuentos en espectáculos como cuentacuentos durante años. También he prestado siempre mucha atención a cómo cuento o me cuentan pequeñas historias o anécdotas, que es algo que me gusta mucho. En realidad, la estructura de la sucesión de argumentos de una demostración matemática no difiere mucho de la de una buena historia.

Esta identificación de la estructura, esta primera idea general del tema es el primer paso de la estrategia, y está muy en consonancia con el funcionamiento de nuestra propia memoria. Nuestros circuitos neuronales incorporan nuevos conocimientos relacionándolos con los que ya tenemos, como veremos más adelante. Una consecuencia de esta manera de funcionar es que el papel del resumen general o esquema del tema pasa a ser el de trama o sustrato sobre el que ir colocando los detalles. Mi cerebro se familiariza con ese nuevo conocimiento, con esa historia que adquiero de forma esquemática. Sobre ese esquema dispondré más adelante la información minuciosa. Es más fácil incorporar, aprender este esquema, que una sucesión prolija de todos los detalles uno tras otro desde cero, sin una malla a la que adherirlos. Así pues, primero incorporamos a nuestra memoria este sustrato (seguramente relacionándolo con otras cosas que ya sabíamos), y una vez asimilado, es mucho más sencillo para nuestro cerebro ir colocando los detalles sobre el esquema.

Todos somos capaces de identificar y reproducir estructuras de

este tipo, y este paso facilita mucho el aprendizaje de la información que necesitamos asimilar. Ahora bien, es fundamental que tengamos la intención de identificar la estructura. Sin intencionalidad no podremos llevar adelante muchos aprendizajes. Si ponemos en práctica nuestra voluntad de aprender, y vamos anotando y renovando la estructura del tema, como si realizásemos distintas versiones de un esquema, más adelante seremos capaces de incorporar la información detallada sobre esa estructura sólida. Los datos, fechas y detalles tendrán su papel más definido si los ensartamos en esa estructura que ya conocemos bien, y por tanto tendrán más sentido para nosotros, lo cual facilita mucho su aprendizaje profundo y duradero. Ya no son solo datos sueltos, informaciones aisladas, cumplen una función y tienen un papel en la estructura global.

Déjame que ponga un par de ejemplos. Estoy seguro de que todo el mundo es capaz de identificar (y continuar) la siguiente historia:

- Una niña y su madre viven en la linde de un bosque donde vive un lobo.
- La abuela de la niña vive en una casa dentro del bosque, de modo autosuficiente.
- Un día la abuela cae enferma, no puede valerse por sí misma y la niña debe adentrarse en el bosque para llegar hasta su casa y llevarle comida.
- De camino a la casa de la abuela, la niña se encuentra con el lobo, que le sugiere un falso atajo para llegar antes a su destino.
- ...

Si alguien nos contara el cuento de *Caperucita roja* así, leyendo esas frases de forma telegramática, nos parecería un loco y un aburrido. Sin embargo, si tenemos estas frases en la cabeza,

podemos apoyarnos en ellas para elaborar una narración vibrante, emocionante y divertida. Son la estructura sobre la que apoyamos detalles como que la niña viste de rojo, cuál es el tamaño de los dientes del lobo o cuán inquietante resulta la oscuridad del bosque. Normalmente contamos los cuentos tradicionales así. La estructura nos ayuda a la comprensión y a la reproducción.

El otro ejemplo es matemático. Tiene que ver con números primos, que son aquellos números enteros que tienen exactamente dos divisores: el 1 y el propio número. Por ejemplo, el 5 es primo (solo se divide entre 1 y entre 5) pero el 6 no lo es, porque tiene cuatro divisores: 1, 2, 3 y 6. Sabemos desde el tiempo de los antiguos griegos que existen infinitos números primos, pero ¿cómo lo sabemos? Porque contamos con una demostración (de hecho, tenemos muchas demostraciones alternativas) de esta verdad matemática. La más antigua que conozco se debe a Euclides y es la siguiente. Seguramente te hará falta leerla varias veces, porque estamos más acostumbrados a historias como la de *Caperucita roja* que a los teoremas, pero no pasa nada, detente cuanto quieras o pasa con más o menos ligereza, la intención es que sirva de ejemplo, no que retengas la demostración:

- Lo que queremos demostrar es que existen infinitos números primos. Así pues, vamos a suponer que no es así, y tratar de llegar a una contradicción que nos haga ver que esa suposición era falsa y sí que existen infinitos primos.
- Supongamos pues que existe un conjunto *finito* de números primos. Por tanto, habrá uno que es el mayor de todos, al que llamaremos P. Entonces, los primeros primos serían 2, 3, 5, 7, etc., hasta P. No hay más. Así pues, el producto de todos los números primos que supuestamente existen será $2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot \dots \cdot P$.
- Vamos a llamar M al producto de todos los números primos. Es

decir, $M=2*3*5*...*P$. De este modo, tenemos que $M+1$ es más grande que el producto de todos los números primos que existen. Lo que queremos ver es que $M+1$ o bien es un primo nuevo, o bien es divisible por un primo que no está en nuestro conjunto de números primos. Esto demostraría que siempre hay un nuevo primo que añadir, y repitiendo el argumento una y otra vez concluimos que hay infinitos primos. Ese sería el fallo de nuestra suposición inicial.

- ¿Cómo podemos saber eso? Bueno, si $M+1$ no es primo, es divisible por al menos un número distinto de $M+1$ y de 1 (si solo fuera divisible por estos dos, sería primo). Si ese número es uno de los primos de nuestro conjunto, llamémosle p , entonces como M es el producto de todos los primos (hemos definido M exactamente así), resulta que ese p divide también a M .
- Así pues, sabemos que p divide a M y a $M+1$, y por tanto divide a su diferencia (eso pasa siempre, si un número divide a otros dos, también divide a su diferencia). Esa diferencia es 1, por lo tanto es imposible que p la divida, porque nadie divide al 1.
- Así pues, o bien p no está en nuestro conjunto de todos los números primos, o bien $M+1$ es primo. Cualquiera de estas dos alternativas nos lleva a que siempre hay un primo que está fuera de nuestro supuesto conjunto finito que contiene a todos los primos.
- Por consiguiente, podemos concluir que el conjunto de los números primos nunca se acaba, es infinito.

Esta demostración debería ser patrimonio cultural de la humanidad, igual que lo son el Partenón o el flamenco. Pero además es un buen ejemplo de cómo uno puede organizar un proceso de este tipo en una serie de pasos que desempeñen el papel de estructura sobre la que asentar el aprendizaje de una

demostración matemática, un argumento complejo o un protocolo de actuación.

Una cosa más acerca de estas estructuras iniciales sobre las que colocamos la información que vamos a aprender: rara vez son lineales. Es decir, pocas veces consisten en una sucesión de pasos como una receta de cocina (ni siquiera estas lo son siempre). Los ejemplos de *Caperucita roja* y la demostración de que existen infinitos números primos son dos estructuras sencillas, pero normalmente la relación entre las partes de una estructura es más complicada de lo que hemos visto. Por tanto, para identificar estas estructuras, es una buena idea emplear esquemas gráficos en los que las ideas se relacionan mediante flechas, y a esas flechas les asignamos una función que explica la relación entre las ideas que conecta (ser causa, ser consecuencia, ser ejemplo, etcétera). Cuando trabajamos la estructura de un tema, conviene ir plasmando el conocimiento que vamos adquiriendo en distintas versiones de estos esquemas. El esquema no provoca directamente el aprendizaje, pero es una muy buena forma de ayudarnos a asimilar de forma consciente y paulatina ese conocimiento, a modo de reflejo de cómo se va afinando en nuestro cerebro la imagen de la estructura del tema, sobre la que luego colocaremos todo el conocimiento acerca de este. Insisto, porque es una práctica muy común que nos puede llevar a una falsa confianza en nuestro progreso: hacer esquemas no sirve de mucho en sí mismo, pero puede ser de gran ayuda para el proceso total.

Unidades mínimas de repaso

El segundo paso que siempre he seguido cuando tenía que estudiar una asignatura amplia era dividir el temario en unidades mínimas de repaso. Es decir, elaboro un índice de cada tema, que luego unifico

en un índice global de la asignatura. Y ese índice lo divido en unas cuantas unidades que tengan sentido por sí mismas. Algunas de estas unidades pueden corresponder a pequeños apartados del tema, o a partes menores de estos, de forma que cuando vaya a repasar, pueda hacerlo con cada una de estas unidades de forma individual. Esta es una metodología para ayudar a la memorización, y suele ser un buen apoyo para la comprensión. El objetivo final es la comprensión, el aprendizaje profundo. Pero una buena memorización, ordenada, estructurada, con intención de aprender, supone un apoyo fundamental para la comprensión. Este índice del que hablo me lo voy fabricando a medida que voy estudiando el tema, y si es necesario lo voy modificando según me vaya haciendo una mejor idea del tema, de su estructura y sus puntos más difíciles. Trato de establecer un equilibrio entre la dificultad —y la extensión— de cada una de estas unidades; así, si el contenido es más difícil, serán más cortas, y si el contenido es más sencillo, puedo permitirme que sean más largas. A veces, cuando alguna de estas unidades es particularmente difícil, viene bien hacerse esquemas de estructura de la propia unidad mínima de repaso, para poderla estudiar mejor. Las unidades mínimas serán de gran ayuda para las sesiones de estudio, y en especial para esos test de práctica que hemos visto que constituyen una de las técnicas más eficaces para el aprendizaje.

La división en unidades mínimas de repaso, junto con el esquema de la estructura de la asignatura son el producto de mi primer acercamiento profundo a un tema. A la hora de estudiar algo, lo primero que hago siempre es familiarizarme con el contenido. Lo leo y releo las veces que haga falta hasta que tengo una estructura y una división en unidades mínimas de repaso. Para hacer esto no basta con leer, claro, hay que hacer un esfuerzo de comprensión,

que es el primer contacto intencional que tengo con el contenido. Ahora ya estoy preparado para poder estudiar, para poder asimilar este contenido de forma que lo incorpore a mis conocimientos.

Repasar no es releer

Algunas de mis sesiones de estudio las dedico a releer, pero ni son todas ni son las más importantes. Cuando releo lo hago casi siempre pensando en comprender mejor o en descubrir relaciones que no he visto durante esas primeras pasadas intensas en las que construyo mi estructura del tema y la lista de unidades mínimas de repaso. Es algo así como un complemento a esa primera fase en la que me familiarizo con el tema a través de las estructuras y las unidades de repaso.

Las auténticas sesiones de repaso o estudio no son de relectura, sino más bien de evocación de contenido. En estas sesiones lo que hago es tratar de contarme el tema, o las unidades mínimas, a mí mismo o a otros, ya sea oralmente o por escrito. Practico dos tipos de sesiones: Con las del primer tipo lo que hago es tratar de memorizar la estructura de un tema completo. Conviene hacerlo oralmente y por escrito, porque variar las condiciones en las que uno rememora lo que está estudiando, ayuda a retenerlo. El segundo tipo de sesiones lo dedico a repasar las unidades mínimas de repaso de forma individual. Hago lo mismo. Tomo una unidad y trato de rememorarla, de evocarla, ya sea oralmente o por escrito.

Para estos repasos la metodología que suelo seguir es la siguiente: primero hago un repaso global y sucesivo de todas las unidades mínimas: una por una y en orden. Esto conlleva un tiempo y un esfuerzo considerables. Probablemente necesite unas cuantas sesiones, pero trato de hacerlo concentrándome al máximo, porque sé que ese esfuerzo merecerá la pena. Estas sesiones son

cruciales. Son como una especie de siembra, y las siguientes sesiones de repaso serán las que aseguren la cosecha. Este primer repaso completo no lo hago todo seguido. Normalmente suele ser así porque los temas son amplios y no da tiempo, pero además porque es mejor espaciar las sesiones de repaso, ya sea mediante descansos, o intercalándolas con el estudio de otras materias o de otros aprendizajes que esté desarrollando. En mi caso, casi siempre lo más eficaz es alternar sesiones de estudio con sesiones más prácticas (problemas, ejercicios o aprendizajes de otro tipo como musicales, hacer deporte, etc.). Una vez hecho el primer repaso completo, asegurándome de que no haya nada que no haya puesto en el esquema general, o en el conjunto de unidades de repaso, lo que hago es repasar las unidades mínimas en un orden aleatorio (a veces uso dados o cosas así), de modo que mi control sobre los temas y sus partes no dependa de comenzar por el principio y seguir siempre el mismo orden. Esto ratifica lo que hemos visto al analizar el estudio de Dunlosky y sus colegas acerca de la práctica distribuida y la práctica intercalada.

Hay un par de cosas importantes en cuanto al tema de los repasos, que para mí son la parte fundamental del estudio. La primera es que conviene planificarlos. Saber de cuánto tiempo dispongo para hacerlos y cuánto voy a necesitar. Esta tarea necesita su tiempo y tenemos que ser capaces de dedicárselo. Por eso lo mejor es planificar de antemano las sesiones de estudio. Y la segunda, y más importante, es que repasar no es releer. Resulta muy tentador sustituir las sesiones de recordar contenidos por relecturas. Recordar, evocar, es cansado, exige esfuerzo, y releer supone una tentación porque nos deja satisfechos y pasamos más rápido y con menos desgaste a la siguiente unidad. Pero es un peligro. Por un lado, porque releer no es tan útil para aprender,

numerosos estudios científicos han demostrado que el esfuerzo que hace el cerebro al tratar de recordar es muy eficaz para fijar conocimientos, así que es mejor rememorar, tratar de hacer memoria, y cuando comprobemos que no lo hemos conseguido, entonces sí, releer el contenido para darnos cuenta de dónde hemos fallado o qué no hemos recordado y volver a intentarlo después. Cuando esto ocurre, yo suelo devolver esa unidad mínima de repaso al cajón de las no repasadas todavía, para volver a intentarlo más adelante. Por otro lado, es importante rememorar en lugar de releer porque puede ocurrirnos que al releer nos parezca que ya nos lo sabemos bastante bien, porque vamos confirmando mentalmente lo que releemos, nos suena conocido y nos transmite una falsa sensación de aprendizaje. Por el contrario, rememorar nos muestra lo que todavía no sabemos del todo o no tenemos dominado. En la tabla de las técnicas de estudio y su eficacia también hemos visto que la relectura tiene una eficacia baja, y sin embargo hay mucha gente aún que considera que esta es su técnica de estudio fundamental. Seguramente aprovecharían mejor sus capacidades y se sorprenderían de lo que son capaces de aprender si aplicaran técnicas más eficaces.

Rememorar cuesta mucho más esfuerzo que releer, fatiga mucho más nuestro cerebro porque requiere mucha más atención por nuestra parte, pero es la mejor manera de estudiar. Es uno de los momentos del aprendizaje, junto con el de la comprensión, donde el desánimo nos puede vencer. Es bueno tenerlo en cuenta y merece la pena no dejarse llevar por ese desánimo y enfrentarse al esfuerzo. Para ello podemos emplear las prácticas de concentración que veremos unos capítulos más adelante. Es verdad que no todo se consigue solo a base de esfuerzo, pero hay momentos en que este es necesario, y el esfuerzo bien dirigido ayuda mucho a superar

nuestros retos de aprendizaje. Este es uno de los puntos en los que la motivación desempeña un papel muy importante, como ya hemos visto. Nos ayuda a superar esos momentos de dificultad y cansancio que suelen aparecer en todo proceso de aprendizaje.

Una última cosa sobre estas unidades mínimas de repaso y el esfuerzo que les dedicamos. Son una buenísima ocasión para detectar los puntos difíciles de un tema, aislarlos y dedicarles esfuerzos específicos, planificar consultas con expertos (nuestros profesores, por ejemplo) o buscar recursos adicionales o de otras fuentes de información que nos permitan aclarar ese punto concreto. Las dudas específicas son más útiles que las inespecíficas, como veremos más adelante, porque son susceptibles de ser resueltas de forma que hagan avanzar nuestro aprendizaje. Es algo que identificas muy fácilmente cuando eres profesor. Los profesores de universidad dedicamos unas horas de atención a los estudiantes, para que nos planteen sus dudas, comentarios, etc. Cuando se va acercando la fecha del examen, los estudiantes acuden con dudas que les surgen mientras se están preparando, lo cual es normal. Algunos vienen con dudas muy generales, poco específicas, ante las cuales lo que hace el profesor es repreguntar muchas veces hasta que logra identificar qué es lo que esa persona no ha entendido, dónde está realmente su dificultad. Es un trabajo útil, pero aún es más útil si el estudiante lo ha hecho previamente, identificando bien sus dificultades de forma específica, a fin de poder formular la pregunta adecuada que le permita resolver su duda y avanzar en la incorporación de conocimiento. Esto sirve para aprendizajes de contenidos (como mi aprendizaje de la historia de Al-Ándalus) pero también para aprendizajes más basados en habilidades o capacidades, como las matemáticas. No es lo mismo acudir a tu profesor y decirle «este ejercicio no me sale», que haber

intentado resolver el ejercicio en cuestión, o comprender una demostración y haber identificado un punto de dificultad, o haber probado a solucionarlo y comprobar que aunque lo has intentado no puedes seguir avanzando. La división en unidades mínimas de repaso resulta muy útil para esta identificación de puntos difíciles.

No todo se aprende memorizando... ¿o sí?

Finalmente, dentro de esta propuesta de estrategia de aprendizaje tengo que hacer referencia a aquellas cosas que no se aprenden memorizando. O al menos según lo que normalmente entendemos por memorizar. Si somos rigurosos, deberemos admitir que, de un modo u otro, todos nuestros aprendizajes dependen de la memoria. Si me sé la demostración de la existencia de infinitos números primos es porque la tengo en la memoria, pero también tengo en la memoria cómo nadar, montar en bici o tocar un acorde de la menor con la guitarra. Y, sin embargo, los he memorizado de manera diferente. El teorema, y probablemente el acorde de la menor, los he memorizado estudiándolos y practicándolos, pero no diría que he memorizado que Buenos Aires es la capital de Argentina como memoricé el mecanismo que empleo para nadar (o para caminar). Y, sin embargo, todo lo he memorizado, si sé nadar es también porque mi memoria lo recuerda. Existen varios tipos de memoria y se ejercitan de un modo distinto. Más adelante hablaremos de ellos, aunque no profundizaremos en el tema. En la bibliografía del final tienes algunas buenas referencias sobre la memoria y su funcionamiento. Aun así, no está mal que le echemos un pequeño vistazo. A grandes rasgos, tenemos dos grandes tipos de memoria, una es la que los científicos llaman procedimental, que es la que me permite recordar cómo nadar, y otra que es la declarativa, que gestiona la información que recuerdo, como lo de Buenos Aires. Hay

más, pero de momento nos bastará con estas dos. Además, la memoria declarativa se suele subdividir en otras dos: por un lado, está la memoria autobiográfica, que se refiere a lo que he vivido y me permite recordar anécdotas de hace años, y por el otro tenemos la memoria semántica, especializada en informaciones y datos como que Abderramán III fue el primer califa de Córdoba.

Todo nuestro aprendizaje depende de la memoria, sí, pero no del mismo modo. Hay un aspecto del aprendizaje que está incluido en esta estrategia de estudio que propongo y que identificamos menos con memorizar. Consiste en aprender a realizar diversos procedimientos, como ejercicios matemáticos o problemas, que ponen a prueba los conceptos que he aprendido. Puedo conocer algunas técnicas y teoremas, pero saber cómo y cuándo usarlos para resolver problemas que no he visto nunca es algo un poco distinto a lo que hemos visto en los apartados anteriores. Si lo pensamos, se trata de algo sorprendente y poderoso: gracias al aprendizaje de ciertos procedimientos, puedo resolver problemas a los que no me he enfrentado nunca. Eso es lo que buscamos en este tipo de aprendizajes, como las matemáticas. Creo que conviene distinguir entre ejercicios, por un lado, y problemas y situaciones de aplicación por otro. Los ejercicios son aplicaciones directas (y muy probablemente repetitivas) de conceptos y técnicas que ya he aprendido a través de la teoría o de ejemplos resueltos. Están diseñados para poner en práctica de modo inmediato esos conceptos y técnicas. Un ejemplo de ello, al que dediqué mucho tiempo en mis últimos años de instituto son las derivadas e integrales. Es algo equivalente a lo que hacemos todos en el colegio a un nivel más sencillo con los ejercicios para aprender a sumar, a multiplicar o a dividir. Se trata de ejemplos similares, porque en ambos casos su función es ejercitarse. En esencia, se trata de

memorizar algunos procedimientos y casos particulares de técnicas que me permiten resolver operaciones más o menos sencillas. Por ejemplo, para multiplicar con papel y boli números de varias cifras con decimales, tengo que conocer el mecanismo de la multiplicación, el procedimiento, y también algunos casos particulares sencillos, como los que aprendemos en las tablas de multiplicar, para no tener que sumar nueve veces siete cada vez que tengamos que multiplicar 9 por 7. Si tengo almacenado en mi memoria que el resultado es 63, puedo ser mucho más ágil multiplicando. En el caso de las derivadas hay algunos mecanismos, como la derivada del producto o el cociente, y muchos casos particulares, como las derivadas de polinomios, de funciones trigonométricas, etc. El objetivo es interiorizar el mecanismo de resolución en términos abstractos, como una especie de plantilla que me permita resolver ejercicios que nunca he visto. No sé si alguna vez en la vida me ha tocado multiplicar 167×1203 , pero sé hacerlo, aunque no me haya enfrentado nunca a la tarea de multiplicar estos dos números en concreto. Lograr algo así mediante procesos como la multiplicación u otros más complejos exige formas de aprender que no son exactamente la estructuración de un tema o las unidades mínimas de repaso. En estos casos confluyen dos ingredientes fundamentales. La práctica (pero no cualquier tipo de práctica), y la retroalimentación, eso que llaman *feedback* (que también ha de ser de un tipo específico).

La práctica debe ser siempre intencional, es una cuestión de calidad, no solo de cantidad, como veremos más adelante. Una práctica para mejorar, y si aquello que estoy practicando ya lo sé, no obtengo ninguna ventaja practicando más. Como en este momento estamos dando algunas indicaciones para planificar e implementar los aprendizajes que hemos decidido emprender, aprovecharemos

para proponer cómo organizar la práctica, con el objeto de interiorizar ciertos mecanismos. Es importante aclarar que la mera práctica en sí misma puede no ser suficiente en muchas ocasiones, y tendrá que ir acompañada de asesoramiento externo. Mi propuesta en este momento consiste en practicar los ejercicios en tres fases consecutivas: La primera consistiría en una práctica continuada de ejercicios sencillos básicos, hasta dominarlos con soltura, es decir, hasta que siempre o casi siempre nos salgan bien, y a ser posible entendamos el porqué. La segunda fase incluye ejercicios más complicados, pero sabiendo de antemano qué método en particular o qué casos concretos tenemos que aplicar. El propósito de esta fase no solo es practicar las técnicas, sino también aprender a reconocer cuándo hemos de aplicar una técnica u otra. Finalmente, en la tercera fase resolveremos ejercicios de ambos tipos sin saber de antemano a qué tipo pertenece cada ejercicio, ni qué técnica o combinación de técnicas tengo que aplicar para resolverlos. En este caso, lo que hacemos es aprender a identificar qué es lo que tiene de característico cada tipo de ejercicio, y así no solo sabremos resolverlos, sino que los entenderemos mejor. Además, esta parte del entrenamiento contribuye a una mejor comprensión, ya que se centra en entender bien la pregunta. Como veremos, la comprensión viene de poder generalizar, de extraer patrones comunes de los casos particulares. Esta serie de patrones comunes, que pueden ser conceptos, procedimientos o ideas, que interioricemos nos permitirán resolver problemas particulares a los que no nos habíamos enfrentado nunca. En ese momento estaremos rescatando de nuestra memoria no el recuerdo de una resolución en particular, sino el esquema de resolución que he sabido extraer de la práctica guiada.

El segundo ingrediente que acompaña a la práctica es la

retroalimentación, el *feedback*. Sobre la retroalimentación, o corrección, se ha escrito mucho, porque es un auténtico pilar del aprendizaje. Hay muchísimos estudios, aplicados a distintas ramas del saber, que tratan de comprender qué tipo de corrección es mejor para cada tipo de ejercicio, y cuándo aplicar la retroalimentación. Hay ocasiones en las que estamos interiorizando, mecanizando o memorizando unos conceptos o unos procedimientos a cuya respuesta correcta no podemos acceder con inmediatez, bien porque no la sabemos, bien porque no está a nuestra disposición. Puede que sea difícil que nosotros mismos nos podamos evaluar, o puede que no haya un único modo de resolver aquello que estamos haciendo. Entonces necesitaremos recurrir a un experto. Alguien que tenga la capacidad de decirnos si lo que estamos haciendo está bien, o si tenemos que corregir algún aspecto, o si podríamos hacer tal o cual cosa para aprender mejor. Aprovechar la potencialidad para el aprendizaje que tiene el error es una de las tareas fundamentales de los expertos cuando no somos capaces de hacerlo por nosotros mismos. Cuando más adelante hablemos del error y de cómo aprovecharlo, veremos que es algo que malgastamos con demasiada frecuencia. El error es un aliado fundamental del aprendizaje del que muchas veces no sacamos partido. Seguramente una de las causas obedezca a que a menudo asociamos error y castigo; esta asociación es una carga que la educación a todos los niveles lleva arrastrando hace mucho y que de algún modo tenemos interiorizada. Es preciso deshacernos de ella para recuperar una relación fructífera entre aprendizaje, expertos y error.

Hay algunos aprendizajes para los cuales los expertos son fundamentales, pero, en cualquier caso, un buen experto siempre será una ayuda que nos permitirá aprender mejor y más fácilmente.

Esto es así sobre todo en aquellas materias en las que no somos capaces de evaluar nuestro propio proceso. De los aprendizajes que yo me he propuesto, seguramente con el que más voy a necesitar un experto o experta a quien acudir será el de bailar salsa. Y también para aprender geometría algebraica, porque, si bien es la materia para la que estoy más preparado, sé que es muy compleja, y que hablar con personas experimentadas me ayudará a comprender mejor la relación con las ideas, y me ahorrará entrar en caminos sin salida.

Los profesores y profesoras son, cómo no, los primeros expertos con los que tenemos contacto. Por supuesto, hay profesores muy buenos y otros que no lo son tanto, pero, en cualquier caso, son muy importantes para bien o para mal, casi siempre para bien. Si hay ganas de aprender y capacidad de discernimiento, un profesor es una ayuda. Hay un par de historias de mi experiencia escolar que siempre me hacen reflexionar sobre los beneficios de los expertos, profesores, etc. Yo he tenido buenos y malos profesores, como todo el mundo, y este hecho ha marcado algunas de las fases de mi vida como estudiante. Durante la enseñanza secundaria tuve dos profesores de matemáticas, Emilio Fernández y Manolo Benito. Los dos son excepcionales en varios sentidos, y para mí reúnen todo lo que un buen profesor debe ser. Lo resumo en tres aspectos. En primer lugar, son buenísimos conocedores de la materia. Los dos son excelentes matemáticos. Ambos, al jubilarse de su carrera docente, han hecho una tesis doctoral en matemáticas, y sus tesis son muy buenas, los dos practican un acercamiento muy profundo a las matemáticas. Para ser buen profesor es indispensable conocer bien la materia. En segundo lugar, los dos han sabido acompañar el proceso de aprendizaje de sus estudiantes con una mezcla de rigor y flexibilidad. Nos enseñaban muchas matemáticas, muchas más

que en los otros centros de nuestro alrededor —eso lo supe después, estando ya en la universidad—, y además con una gran solidez conceptual. Pero ambos lo hacían con esa flexibilidad que solo te puede dar el amor por la materia y su dominio. Los dos aman las matemáticas y saben ser flexibles a la hora de enseñarlas, tratando de fomentar más la comprensión que la mera habilidad para responder ciertas preguntas en un examen. Ocurre muchas veces que los objetivos de estudiantes y profesores no coinciden, los profesores quieren que sus estudiantes aprendan, y los estudiantes lo que quieren es aprobar. Mi experiencia con la enseñanza de las matemáticas en secundaria es que mis dos profesores lograron hacer compatibles ambos objetivos. La gestión de pruebas y exámenes, los ejercicios y pruebas voluntarias, etc., sirvieron para que aprendiéramos, aunque nuestro objetivo prioritario fuese solo aprobar. Analizándolo *a posteriori*, he visto que ambos eran muy buenos con las técnicas de la práctica distribuida y los test de práctica, que como ya hemos visto son muy eficaces. Finalmente, el tercer rasgo del buen profesor que veo en Emilio y Manolo es una integridad y compromiso extraordinarios con su profesión. Eso implica muchas cosas, pero sobre todo conlleva entrega a la tarea de la enseñanza, comprensión y preocupación por los estudiantes, y una actitud moral intachable ante esa tarea. Esto lo he visto después en algunos profesores que he tenido y en compañeros de mi carrera como docente. Y siempre, invariablemente, he observado que esta actitud es muy bien recibida por los estudiantes —y, en consecuencia, muy favorecedora para el aprendizaje—. Cuando los estudiantes perciben que el profesor está comprometido con ellos y con su aprendizaje, también se implican en el proceso. A veces confundimos ser buen profesor con ser un profesor divertido o entretenido, y confundimos estar comprometidos

con los estudiantes con pretender ser su amigo o su colega. Son cosas distintas, y un profesor comprometido e íntegro es quien más compromiso despierta por parte de los estudiantes; compromiso por el aprendizaje, que es lo que pretendemos.

La segunda historia sobre mis profesores tuvo lugar cuando yo ya estudiaba Matemáticas en la universidad. Ocurría que por aquel entonces yo estaba trabajando a tiempo completo y pocas veces podía acudir a clase. En esos años aprendí la importancia de poder ir a clase. Yo estaba muy motivado para aprender, me interesaban mucho las matemáticas y tenía capacidad y buenas estrategias de aprendizaje. Pero aprendí más y mejor en las asignaturas en las que pude ir a clase. Y, esto me parece muy relevante, esa mejora se daba tanto con los mejores profesores como con los que no eran tan buenos. No quiero que se me malinterprete aquí, si el profesor o la profesora eran muy buenos, aprendía mejor que si no lo eran, claro, pero, aunque el profesor no fuera demasiado bueno (dentro de unos límites), era mucho mejor que no ir a clase. Y eso era así porque podía tener otra visión de la asignatura distinta de la mía. Podía contrastar mis propios aprendizajes independientes, ya fuera corroborándolos, ya percatándome de qué estaba entendiendo mal, o saber si estaba dando por asumidas cosas que no debía, lo cual en matemáticas es algo fundamental, porque es muy importante ser riguroso y no dar nada por supuesto. Para mí fue una enseñanza crucial. Me refiero a la importancia de verificar continuamente el proceso de aprendizaje con alguien más. Cuanto más sepa esa persona o esas personas, mejor, por supuesto. Pero en la mayoría de los casos verificar el proceso de aprendizaje, con quien sea, es mejor que no hacerlo. Esta historia ocurrió en mi vida universitaria, a una edad en la que podía suplir con mi propio interés y madurez las carencias que pudieran tener algunos profesores. A edades más

tempranas, puede ocurrir que un mal profesor genere desánimo por los estudios, o incluso provocar desapego por la materia o por el mismo hecho de aprender. En esos casos es mejor tratar de buscar alternativas y recibir apoyo de alguien que sí te ayude a aprender.

Una propuesta de estrategia de aprendizaje

La idea central de este capítulo, y de este libro, es que podemos aprender a aprender, y que si lo hacemos bien seremos capaces de aprender más y de forma más profunda y duradera. Hemos visto que los expertos en aprendizaje han identificado, con evidencias sólidas y contrastadas, que algunas técnicas sirven más que otras para aprender. Además, hemos hecho una propuesta de puesta en acción de ese conocimiento científico sobre el aprendizaje. Esta propuesta la podemos resumir en cinco puntos:

- Identificar la estructura de aquello que quiero aprender.
- Listar unas unidades mínimas de repaso y usarlas mediante evocación y con pruebas separadas.
- Planificar y organizar las prácticas que nos lleven a interiorizar procedimientos y esquemas de resolución de problemas.
- Contar con el *feedback* adecuado y, a ser posible, con expertos que nos guíen en nuestro proceso.

Cada cual tendrá que adaptar este método al tipo de aprendizaje que emprenda, a la planificación que haya hecho y a los recursos que vaya a dedicar al aprendizaje. En todo caso, lo importante es ser conscientes de que hay buenas formas de aprender y podemos llevarlas a cabo. Lo cual es una invitación al optimismo en el aprendizaje.

A partir de este momento vamos a ponerle carne al esqueleto que hemos dibujado en los primeros capítulos. Nos asomaremos a la

materialidad del aprendizaje, de la mano de la ciencia y de la experiencia. Es un asunto fascinante, y además resulta muy atractivo saber cómo se ha llegado a saber lo que sabemos sobre aprendizaje.

Aprender con otros

La finalidad de toda educación es convertir los espejos en ventanas.

SYDNEY J. HARRIS

Cuando somos pequeños parece que aprendamos por absorción. Como si llegáramos a la vida con una página en blanco y asimiláramos de una forma asombrosamente rápida lo que el ambiente nos entrega. La ciencia sabe hace tiempo que no somos tal página en blanco, que desde que nacemos nuestro cerebro posee unas aptitudes que lo harán capaz de aprendizajes que a otras especies les resultan imposibles, como el lenguaje, por ejemplo. Uno de los experimentos más esclarecedores y polémicos relacionados con esta capacidad innata para ciertos aprendizajes fue el que llevaron a cabo el psicólogo Winthrop Niles Kellogg y su esposa Luella en 1931. El experimento consistía en criar al hijo de ambos, Donald, junto con una chimpancé, Gua, durante cinco años. La idea era evaluar el efecto en la chimpancé de la educación entre humanos. Cuando comenzó el experimento, el pequeño Donald tenía diez meses de edad y la pequeña Gua, siete y medio. Gua y Donald fueron criados, vestidos, tratados, alimentados y estimulados del mismo modo. Además, se les hacían test periódicos para monitorizar su crecimiento y su aprendizaje. Al principio, Gua se desarrolló más rápidamente que Donald, aprendía más cosas e

incluso buscaba más el contacto de sus nuevos papás. Pero pronto alcanzó un techo cognitivo, llegó un momento en que Gua no avanzaba casi nada y Donald seguía desarrollando más y más sus habilidades. Gua nunca aprendió a hablar ni a utilizar el lenguaje de forma significativa, mientras que Donald (al principio con algo de retraso respecto a los niños de su edad) sí que empezó a adquirir el uso del lenguaje y a decir sus primeras palabras. De hecho, Donald incluso imitaba los sonidos de Gua para comunicarse con ella. El experimento no duró los cinco años previstos. A los nueve meses se interrumpió. Por un lado, los resultados eran lo suficientemente claros en cuanto a la incapacidad del ambiente para superar las barreras genéticas del aprendizaje que Gua tenía y Donald no. Por otro lado, el comportamiento de Donald comenzaba a asemejarse demasiado al de Gua, y a sus padres les preocupaban las consecuencias que aquello podría tener en el desarrollo futuro del niño. Tras el experimento, Donald fue un niño con un desarrollo acorde con su edad, asistió al colegio, al instituto y estudió Medicina en la universidad. Gua volvió al centro del que provenía y murió de neumonía apenas un año más tarde.

En el otro extremo del estudio de la relación entre ambiente y genética cabe situar los casos de niños que han sido criados por animales y se han incorporado a la sociedad después de su primera infancia. Como Dina Sanichar, de Uttar Pradesh, en la India, que creció entre lobos hasta los seis años y vivió después entre humanos hasta los treinta, pero nunca llegó a hablar. O los casos de niños que han sido privados de todo contacto con otras personas, encerrados durante su infancia. Quizá el ejemplo más célebre es el de la niña conocida como Genie, nacida a finales de los años cincuenta en Estados Unidos, a quien sus padres privaron de todo contacto exterior desde los veinte meses de edad, manteniéndola

atada en su habitación y prohibiéndole emitir ningún sonido. Genie estuvo en esa situación hasta los trece años, cuando fue descubierta por una trabajadora social que atendió a su madre, la cual había escapado de casa por los malos tratos que recibía del padre. Tras ser descubierta, médicos y psicólogos trataron de enseñar a Genie a hablar y a adquirir algunas habilidades sociales básicas. El éxito de su aprendizaje fue muy restringido, jamás aprendió a desenvolverse con el lenguaje, más allá de unos pocos rudimentos, y siempre tuvo una vida muy limitada. Casos como el de Genie o el de Dina Sanichar, demuestran la importancia de los aprendizajes adquiridos en la primera infancia (en particular los relacionados con el lenguaje) y también ponen de relieve la importancia del ambiente en que nos criamos. Existe un impresionante estudio sobre los niños criados en los terribles orfanatos rumanos de la época de Ceaucescu. En muchos de aquellos orfanatos los niños eran maltratados y se les privaba de la interacción con adultos. Hacia los ocho años de edad, las penurias sufridas en su primera infancia resultaban en graves síntomas de retraso cognitivo y carencias sustanciales en sus habilidades sociales. El proyecto Bucharest Early Intervention Project y otras ONG se interesaron por estos niños y procuraron evaluar las posibilidades de socorrerles y tratar de revertir los efectos de su estancia en aquellos horribles orfanatos ubicándolos en familias de adopción. No todos tuvieron la oportunidad de ser acogidos por alguna familia, y entre aquellos que lo fueron, solo quienes fueron adoptados antes de los veinte meses de edad experimentaron una mejora sustancial con respecto a los que habían permanecido en el orfanato. Los niños y niñas adoptados durante sus primeros veinte meses de edad alcanzaron niveles de desarrollo cognitivo y social equivalentes a los de otros niños criados por sus familias desde el

nacimiento. Los que fueron adoptados más tarde sufrieron secuelas durante toda su vida.

La importancia de los estímulos del ambiente en nuestra capacidad de aprendizaje ha sido estudiada en profundidad. Las conclusiones de los trabajos científicos indican que la insuficiencia de estímulos en el ambiente, sobre todo durante la infancia, puede lastrar nuestros aprendizajes de un modo significativo, tal como se ha comprobado incluso en el desarrollo de ratones. Se han llevado a cabo numerosos experimentos con ratones en el laboratorio y el resultado indica que un entorno rico en estímulos repercute favorablemente en el aprendizaje, en la memoria e incluso en la recuperación de heridas cerebrales. Dichos estudios reflejan que el efecto positivo se da tanto en ratones jóvenes como en ratones adultos. Y que los beneficios no solo atañen a la capacidad de aprendizaje sino también a la recuperación de lesiones cerebrales y al retraso de los efectos de enfermedades que degeneran la capacidad cognitiva o la memoria, como la enfermedad de Alzheimer o la de Parkinson, entre otras. Los estudios también indican, y esto es preciso puntualizarlo, que la carencia de estímulos inhibe el aprendizaje, pero no dicen nada de su abundancia. En principio, la sobreabundancia de estímulos no parece estar asociada de forma tan clara con una mejora de nuestras capacidades, mientras que la carencia de estímulos sí que contribuye al empeoramiento de dichas capacidades.

Nuestro cerebro nace con un talento para el aprendizaje que no tiene igual en la naturaleza. Ni siquiera las todopoderosas máquinas informáticas son capaces de aprendizajes tan maravillosos como los de los bebés. Pero nuestras capacidades deben ejercerse en un ambiente lo suficientemente estimulante como para poder desarrollar su potencialidad. Privados de ese ambiente, no

aprendemos. En general, y salvo casos extremos como los de Genie o los niños de los orfanatos de la era Ceaucescu, nuestros ambientes familiares y sociales son (con variaciones) lo suficientemente ricos en estímulos para nuestro adecuado desarrollo intelectual y el de nuestra capacidad de aprendizaje, no es necesario sobrepoblarlos de estímulos que tampoco producirán mayores beneficios. La escuela es un lugar donde se producen desarrollos espectaculares, cambia la vida de quienes tienen acceso a sus aulas. También las familias lo pueden ser. Las personas que crecen en ambientes ricos, expuestos a saberes diversos, a estímulos variados, aprovechan más los increíbles recursos de nuestra plasticidad cerebral, sobre todo cuando esos estímulos los recibimos cuando somos pequeñitos. Es muy importante crecer en un ambiente donde la cultura se valora, donde se tienen conversaciones ricas y variadas. Pero no debemos detenernos en ese momento de la vida, porque nuestra capacidad de aprendizaje no se detiene en la infancia. En este libro no nos cansaremos de repetir algo que la ciencia ha demostrado sobradamente: aunque la edad es un factor determinante en la capacidad de aprendizaje — así como en otras capacidades—, esta sigue manteniendo su vigor con el paso de los años. Los niños pequeños son maestros en el aprendizaje de las lenguas —por citar uno—, y los cerebros de los adolescentes y los jóvenes están en su fase de mayor plenitud para el aprendizaje. Pero los adultos seguimos manteniendo una notable capacidad de aprender prácticamente durante toda la vida. Además, tenemos una ventaja sobre los niños: sabemos más, tenemos más conocimientos acumulados, y estos nos facilitan nuevos aprendizajes. Así que no nos privemos nunca de buscar estímulos que alimenten nuestra curiosidad, alimentémosla, y a cambio nos gratificará con una vida feliz. La curiosidad es un combustible que

nunca se agota, las ganas de aprender nos pueden mantener a flote cuando todo lo demás falla, recuerda la historia de John Lloyd, aquel productor de la BBC a quien conocimos al principio del libro.

Uno de los estímulos más interesantes con que contamos son nuestros semejantes. Más allá de los estímulos visuales, verbales, etc., que recibimos en la infancia, nuestro desarrollo cognitivo y nuestros aprendizajes suelen tener lugar estando en contacto con otras personas. Casi todos hemos llevado a cabo nuestros aprendizajes infantiles en una escuela, junto con otros niños y niñas. Los aprendizajes reglados se realizan habitualmente en grupo, y cabe preguntarse si esta circunstancia los facilita o no. Para la mayoría de las personas, y en la mayoría de las disciplinas, la respuesta es que sí los facilita. A la hora de plantear nuestros propios aprendizajes, más allá de la escuela, podemos tener en cuenta la posibilidad de aprender junto a otras personas. Entonces, ¿aprender en compañía puede favorecer nuestros aprendizajes? A menudo nos presentan la atención individualizada como una ventaja de las enseñanzas personalizadas, y los grupos reducidos como algo preferible a la masificación de las aulas. Por otro lado, son cada vez más frecuentes en las escuelas y facultades los trabajos en grupo o los proyectos realizados por varias personas. A continuación, echaremos un vistazo a los aprendizajes escolares a fin de evaluar si aprender con otras personas presenta algunas ventajas, y cómo podemos aprovecharlas para nuestros propios aprendizajes personales, aquellos que emprendemos por propia iniciativa.

Ambiente de aprendizaje

Pongamos que estamos en un colegio. Soy el profesor o la profesora, y antes de comenzar el curso, como todos los años,

pienso en los meses que tengo por delante. En todos los niveles de enseñanza, a principio de curso uno se detiene antes de empezar el día a día, antes de que empiecen las dificultades cotidianas, y se pregunta qué quiere conseguir, qué quiere que aprendan sus estudiantes, y qué hará para lograrlo. Hace unos años, ante una situación como la que acabo de describir, me hice una pregunta que no me había hecho antes, o que quizá había pasado por alto: ¿quién es el sujeto del aprendizaje, el individuo o el grupo? Por supuesto, la pregunta es muy tonta: solo aprenden los individuos, todo eso que llamamos «aprendizaje grupal» no deja de ser una metáfora, una forma de hablar. Pero esta vez decidí pararme a observar con más detenimiento la pregunta. Si solo es una forma de hablar, entonces es una forma de hablar... ¿de qué? Aquel día comencé a prestar atención a lo que llamamos el ambiente de aprendizaje, y a cómo aprovechar la compañía de los demás para aprender mejor. Déjame que te hable de Raúl.

Raúl (el nombre es falso, por supuesto) era un alumno del instituto de secundaria en el que yo daba clase. Un muchacho adorable que tenía evidentes dificultades para el aprendizaje a varios niveles. Cuando yo lo conocí, Raúl tendría unos trece o catorce años, se movía con torpeza, caminaba de un modo muy desgarrado (incluso para un adolescente) y le costaba mucho casi todo: no iba bien en las asignaturas del instituto, le costaba que los otros chicos y chicas lo tomaran en serio, el deporte se le daba fatal... Y sin embargo tenía algo que más tarde se reveló fundamental: tenía una alegría y un optimismo inquebrantables. Y además era muy muy bondadoso. Era una de esas personas que tienen una bondad tan ingenua que despierta ternura en los demás. Un curso tras otro, Raúl pasaba apuradísimo las materias, de forma que en todas las reuniones de evaluación en las que yo estuve presente, se repetía

invariablemente la misma frase: «Hasta aquí ha llegado Raúl, tiene mucho mérito lo que ha hecho, pero este es su límite». Y así, poco a poco, mal que bien, Raúl llegó al último curso de la enseñanza obligatoria, que entonces era cuarto de ESO. Raúl trabajaba muchísimo, muchas más horas que la media de sus compañeros. Cada examen suponía un reto, y cuando la nota era mala se venía abajo como si fuera un niño muchos años menor. En realidad, Raúl parecía mucho menor en todo. El curso no le estaba yendo bien, suspendía más que en años anteriores y efectivamente parecía que ya había llegado a su límite. Sus profesores, y él mismo, se hicieron a la idea de que tendría que repetir curso —no pasa nada—, y al año siguiente ya se vería si podía con ello, a ver si al menos podía obtener el título de secundaria. No pasa nada por hacer un curso en dos años si es necesario, la única duda que quedaba por despejar era si realmente sería capaz de sacárselo en dos años, si no sería una pérdida de tiempo. Llegaron las fiestas del instituto a mitad de curso, y uno de los eventos centrales era un campeonato de fútbol sala en el que participaba medio instituto y que era seguido con mucha pasión por todos. Algunos profesores formábamos un equipo que competía (más o menos dignamente) con los equipos que formaban los chavales. El ambiente que rodeaba al fútbol por aquel entonces era muy competitivo, y eso se traslucía también en el torneo. Los chicos se preocupaban por formar equipos con oportunidades de ganar y realmente se vivía con mucha intensidad. Por supuesto, Raúl no encontró equipo, por más que él quisiera participar. Hicieron una excepción, y con el permiso de los capitanes de los otros equipos, Raúl se incorporó al equipo de los profesores. Recuerdo vivamente nuestro primer partido de aquel torneo. Jugábamos contra un equipo potente, de los que más papeletas tenía para ganar la final. El partido estuvo muy igualado, había

algunos profesores que jugaban muy bien, y además llevábamos mucho mejor la tensión propia del torneo. El partido estaba siendo duro, reñido; a mitad del encuentro sucedió algo que he recordado mil veces desde aquel año. Casi al comienzo de la segunda parte, con un empate en el marcador y con Raúl en el campo, una jugada del equipo de los profesores le puso en bandeja un tiro franco contra la portería rival. Raúl preparó la pierna con los gestos exagerados propios de quien no sabe jugar y... y le marcó un gol, por pura casualidad, al mejor portero del instituto. Las risas duraron solo un segundo, porque Raúl, en su ingenuidad, en su bondad, mezcló la alegría con la incredulidad y en medio de una exageradísima celebración de su propio gol, incluso fue a pedirle perdón al portero. A partir de ahí, cada vez que Raúl tocaba el balón, el público lo animaba y le aplaudía, lo hiciera bien o mal. Perdimos el partido, no lo hicimos mal del todo en el torneo, pero ni siquiera llegamos a la final. Pero eso no fue lo más importante ni de lejos. Durante todo el torneo Raúl fue una especie de héroe colectivo. Al principio la cosa no pasaba de ser una broma colectiva, a los alumnos les hacía gracia animar al torpe, al tonto bueno de Raúl. Pero la sinceridad de su entusiasmo contagió a todos. El paso de Raúl por el torneo fue celebrado sinceramente por todos, y aquella camaradería siguió presente durante el resto de las fiestas y hasta el final del curso.

Y Raúl cambió.

O más bien lo hicieron sus resultados. No cambiaron sus capacidades, no cambió la cantidad de horas que tenía que trabajar para lograr lo que otros conseguían con mucho menos esfuerzo, su empeño siguió siendo el mismo de siempre. Pero su actitud, que en cierto sentido ya era excelente, se hizo aún mejor. Se sentía parte del grupo de un modo muy distinto a como lo era antes de aquel torneo de fútbol, que sin duda debió de ser el más inspirador de la

historia. Los resultados de Raúl mejoraron lo suficiente como para que aprobase todo el curso ese mismo año. Incluso se atrevió con el bachillerato (ya nadie osó desaconsejárselo con especial convencimiento) y logró aprobarlo todo cuando tocaba. Los profesores nos acostumbramos a dejar de sorprendernos por las modestas hazañas de Raúl. Nunca fue a la universidad, no era su objetivo ni el de su familia. Tras el bachillerato cursó estudios de formación profesional y es muy feliz siguiendo el oficio de su padre. Como la ciudad en que ambos vivimos es pequeña, me lo encuentro de vez en cuando, me cuenta cómo le va en su trabajo y con su familia y siempre lo veo contento, satisfecho con lo que hace. Siempre me causa alegría saber de él.

La experiencia vivida con Raúl me hizo prestar más atención al papel que el grupo tiene como catalizador o como lastre en los aprendizajes de sus individuos. Y esto me lleva a darle un poco más de contenido a esa frase un poco hueca del aprendizaje grupal. Muy pocos de nuestros aprendizajes se realizan en solitario, en el sentido de que muchas veces tenemos compañeros de aprendizaje. Y la mejor o peor sintonía con estos compañeros interviene como un factor más en la calidad de nuestros aprendizajes. Por tanto, una de las tareas de los profesores, pero también de quienes aprenden, es generar buenos ambientes de aprendizaje.

El caso de Raúl es excepcional en varios sentidos, pero no es un caso extraño. Hay multitud de estudios científicos que destacan los beneficios para el aprendizaje de un buen ambiente grupal y una buena autopercepción de la persona dentro del grupo. Dichos estudios han constatado que se da el siguiente círculo virtuoso:

1. La motivación y un buen autoconcepto influyen positivamente en las actitudes hacia el colegio (o hacia el centro de formación en el que estemos).

2. Una actitud positiva hacia el colegio influye positivamente en la participación y la realización de las tareas. Además, previene el absentismo.
3. Finalmente, la participación en clase, la realización de las tareas y un menor absentismo, provocan una mejora de los resultados.

Eso fue exactamente lo que pasó con Raúl: aquel partido de fútbol sala le hizo entrar en ese círculo virtuoso al que antes no había podido acceder. No cambió sus circunstancias radicalmente, porque él ya tenía una alta motivación y capacidad de trabajo, pero sí las modificó lo suficiente como para que algunos aspectos de su vida escolar cambiaran un poco y se generara esa dinámica positiva. Es el primer beneficio de un buen ambiente grupal de aprendizaje. Lo saben bien quienes practican atletismo o ciclismo, por ejemplo. Son dos deportes que pueden practicarse en solitario, y los resultados dependen de lo que uno mismo sea capaz de hacer, son deportes individuales, en los que dependes de tus piernas, de tus latidos y de tus pulmones. Sin embargo, tener un buen grupo de entrenamiento te ayuda a rendir mejor y también a ser más fiel a los entrenamientos, lo cual, por supuesto, mejora los resultados. Uno de los casos más conocidos en España fue el grupo de entrenamiento de especialistas en 800 metros lisos de Sevilla. Este grupo, que entrenaba Paco Gil, reunía en sus sesiones de entrenamiento y series a atletas muy prometedores que entrenando juntos llegaron a formar parte de la élite, dominando durante años la prueba de 800 metros en España y compitiendo al máximo nivel en los campeonatos europeos y mundiales. Así ocurrió sobre todo con Luis Alberto Marco y Kevin López, que fue seis veces campeón de España y consiguió el récord nacional en 2012, a menos de tres segundos del récord mundial, obtenido ese mismo año por el

keniata David Rudisha —y que aún sigue vigente en el momento de escribir estas palabras, más de diez años después—. Los atletas de este grupo han contado muchas veces cómo el buen ambiente y el hecho de poder apoyarse unos a otros en entrenamientos muy duros supusieron una ventaja frente a otros atletas que no contaban con un grupo del mismo nivel. Pero no hace falta ser un atleta profesional para evidenciar los beneficios de entrenar en grupo. Muchas de las personas que los fines de semana «salen a correr» con amigos lo harían con mucha menos frecuencia si tuvieran que salir siempre solos. Animarse unos a otros a salir más veces hace que uno corra mejor y lo disfrute mucho más.

Buscarse buenos compañeros de aprendizaje está muy bien. El aprendizaje compartido con otros facilita las cosas y contribuye a obtener un mayor provecho de los esfuerzos. Pero no basta con el mero hecho de tener un grupo. Existen innumerables evidencias de los beneficios del trabajo en grupo en la escuela y en aprendizajes con adultos. No me refiero solo a beneficios en términos de socialización, sino también en cuanto a los propios resultados del aprendizaje. Sin embargo, tampoco faltan las experiencias de trabajo en grupo negativas, tanto en la escuela como en la universidad. Por eso es bueno saber en qué nos beneficia aprender en compañía de otros y cómo hacerlo.

El primer beneficio claro de aprender junto a otros es poder contar, narrar lo que estamos aprendiendo. Compartir el conocimiento es de alguna manera enseñar, y enseñar nos ayuda a aprender a nosotros mismos. Así, cuando estamos involucrados en un proceso de aprendizaje con otras personas, asumimos alternativamente el rol de maestro, y eso nos ayuda a aprender de forma distinta. La neurociencia también ha estudiado este rol de maestro que algunas personas parecen asumir con toda naturalidad

y ha concluido que efectivamente es algo natural, innato, es decir, que tenemos una especie de instinto docente. Y si está ahí, es porque nos beneficia. Merece la pena que echemos un vistazo a este tema para poder utilizarlo en nuestros propios aprendizajes, ya sea individualmente, o en grupo.

Está claro —lo estamos viendo en este libro y seguiremos haciéndolo en los próximos capítulos— que hay muchísimos trabajos científicos que se preguntan qué le ocurre a nuestro cerebro cuando aprende, cómo es posible que eso ocurra y cómo podemos utilizar ese conocimiento sobre el cerebro para aprender y enseñar mejor. Sin embargo, no existen tantos estudios sobre qué le ocurre al cerebro cuando enseñamos a los demás, ni sobre si de algún modo nuestro cerebro está preparado para enseñar. Varios grupos de investigación se han propuesto terminar con esta carencia de estudios, y sus conclusiones resultan muy claras y llamativas. Entre ellos se encuentra el grupo de Ulf Lizkowski, Malinda Carpenter y Michael Tomasello. En sus investigaciones estudian cómo los bebés tienen una inclinación a enseñar, a compartir su conocimiento con otra persona que lo pueda necesitar ¡incluso antes de saber hablar! Esto puede resultar sorprendente. ¿Cómo han logrado averiguar esto los científicos? El experimento que prepararon para comprobarlo consistía en una especie de escenificación. Una persona tenía un objeto sobre una mesa y ese objeto se caía. La persona en cuestión no podía ver el objeto, pero el bebé (de doce meses de edad) sí podía ver dónde estaba, e instintivamente se lo señalaba, compartía la información que él tenía y que podía resultarle útil a la otra persona. Lo más sorprendente y revelador de estos experimentos es que si en la misma situación los bebés tenían claro que la otra persona *sí sabía* dónde estaba el objeto caído, ¡entonces no lo señalaban! O sea, que el gesto de

señalar el objeto es una acción específica e intencional para transmitir ese conocimiento, para enseñar.

Supe de este experimento tan encantador de los bebés maestros por el libro *La vida secreta de la mente*, de Mariano Sigman —lo tienes en la bibliografía final—, donde se cuentan muchas de estas experiencias científicas. El propio Sigman, junto con Cecilia Calero, Antonio Battro, Sidney Strauss y otros, ha investigado mucho sobre el instinto docente que todos poseemos, y su conclusión no solo es que tenemos una capacidad innata para enseñar, sino que además sabemos hacerlo eficazmente, utilizando formas específicas de comunicarnos. Nuestro cerebro viene preparado «de fábrica» para enseñar. Y esta capacidad innata, aparte de sus evidentes ventajas evolutivas, resulta muy beneficiosa para nuestros procesos de aprendizaje. Existe una forma particular de expresarse cuando estamos enseñando algo, entonamos distinto, hacemos ciertos gestos, usamos cierto lenguaje corporal... y los experimentos de Sigman y sus colegas demuestran que este tipo de lenguaje tan eficaz para el aprendizaje, los niños lo utilizan de forma natural. Somos pequeños maestros desde nuestra primera infancia.

Las ventajas que tiene enseñar para aprender están en plena sintonía con todo lo que se sabe acerca de cómo aprende nuestro cerebro. De alguna forma, al enseñar, lo primero que hacemos es evaluar nuestro propio conocimiento. Uno se «prepara la clase» —aunque el modo de compartir el conocimiento que empleemos no sea en formato de clase—, y eso tiene que ver con la evocación y con los test de práctica que tan eficaces resultan para nuestro propio aprendizaje, como hemos visto en el capítulo anterior. Por otro lado, uno evalúa cuáles son los posibles huecos en el conocimiento de quien tenemos enfrente, y al tratar de saber qué es lo que no sabe, reevaluamos esos contenidos desde otro punto de

vista, con lo cual establecemos o reforzamos las conexiones que en nuestro cerebro codifican ese conocimiento o nuestro acceso a este. Es decir, reforzamos de nuevo lo que sabemos. Finalmente, en el momento en que queremos transmitir a otros lo que sabemos, buscamos formas eficaces de hacerlo, resaltando o resumiendo, reforzando las partes difíciles, buscando ejemplos, estructurando de alguna forma ese conocimiento que queremos transmitir. Todo ello contribuye a que consolidemos mejor lo que ya sabemos. Si esta consolidación ocurre al mismo tiempo que estamos aprendiendo la materia en cuestión, el proceso se verá reforzado y facilitado.

A efectos prácticos, algo muy sencillo de hacer y que nos ayudará a aprender mejor es hablar con otras personas sobre lo que estamos aprendiendo. Contarles a otros nuestros aprendizajes. Si esas personas están aprendiendo lo mismo que yo, o ya saben del tema, además podré obtener *feedback* o conocer otros puntos de vista sobre el tema, que sin duda serán de ayuda. Y aunque no se den esas condiciones, el mero hecho de hablar con amigos o familiares, aunque posiblemente no sepan nada de ese tema, mantener conversaciones con ellos para explicarles lo que estamos aprendiendo, sin duda contribuirá a reforzar el aprendizaje.

Ocurre incluso con los aprendizajes más técnicos. En informática se recurre a algo conocido como «programación en pareja» (*coding in pairs*). Es una práctica empleada en ambientes profesionales de desarrollo de software. En muchas empresas el trabajo de escribir código informático se hace por parejas. Uno de los componentes de la pareja adopta el rol de conductor (*driver*), y el otro el de copiloto (*navigator*). El conductor teclea el código y el copiloto, que está junto a él, lo revisa mientras el primero lo va tecleando. El copiloto detecta errores, sugiere alternativas o pregunta por las decisiones del conductor. La pareja, que suele estar formada por un programador

experto y otro principiante se intercambia periódicamente los roles. Ambos aprenden el uno del otro. El experto puede proponer prácticas ya consolidadas, trucos de programación o alternativas mejores basadas en su experiencia. El principiante aporta técnicas recién aprendidas, opciones tecnológicas novedosas o la ingenuidad propia de la inexperiencia. Esta práctica resulta muy eficaz en el entorno profesional, y en general produce código más fiable, de mayor calidad y en menos tiempo. Así que no es de extrañar que esta dinámica se haya intentado transferir a escuelas y universidades donde enseñan a programar. Los resultados no han sido todo lo espectaculares que se esperaban, y creo que podemos aprender algo de estos intentos de transferencia. Está claro que aprender con otros es bueno, pero no todas las formas de hacerlo son igual de buenas, es necesario saber hacerlo bien. Lo primero que debe tenerse en cuenta es que las condiciones y los objetivos de una clase no son los mismos que los de una empresa, y eso influye mucho en las prácticas de trabajo. Pondré dos ejemplos que pueden venir al caso, aunque existen muchos más condicionantes. Primero, al formar las parejas no podemos confundir el binomio experto-principiante con la pareja formada por un estudiante con muchos conocimientos (o que va más avanzado en la clase) y un estudiante sin tantos conocimientos. En clase ambos están aprendiendo, y un factor fundamental que explica por qué la programación por pares funciona en la empresa es el distinto grado de experiencia en la pareja, no su distinto grado de habilidad; y ese distinto grado de experiencia normalmente no se da en clase, o al menos de una forma tan acentuada. Otro factor es el tiempo de permanencia en la clase. Normalmente las clases son mucho más breves que las jornadas laborales, cada clase o cada sesión de laboratorio informático puede durar una o dos horas, y muchas

veces las tareas no pueden terminarse en ese tiempo, lo cual exige trabajar fuera de las horas lectivas. Esto complica enormemente la tarea de la programación por pares y provoca conflictos entre los estudiantes o desánimo por causa del propio método de trabajo. Algunos de sus beneficios sí que se transmiten fácilmente, como la detección de errores, que tan importante es en informática, las ventajas propias de discutir la tarea que se está realizando, mejoras en la inclusión de determinadas personas en la clase y mayor satisfacción con la tarea en muchos estudiantes. Por eso los equipos docentes que transfieren técnicas que funcionan en la empresa y que proporcionan ciertos beneficios en la clase, tratan de diseñar bien el proceso de adaptación a las circunstancias del aula. Trabajar en pareja o en grupo no es lo mismo que aprender en pareja o en grupo. Y esa creo que es la enseñanza fundamental de este vistazo a la programación en pareja: la importancia de diseñar y adaptar las condiciones del trabajo en pareja o en grupo al proceso de aprendizaje. Con el trabajo por grupos en la escuela o la universidad suele suceder lo mismo. Son muchos los estudios científicos y los experimentos e intervenciones en clase que demuestran las ventajas del trabajo en grupo o del trabajo por proyectos y otras metodologías activas. Sin embargo, en muchos casos la experiencia no es tan positiva y el trabajo por grupos genera conflictos sin deparar demasiados beneficios. Y la mayoría de las veces esto se debe a una deficiente adaptación de la metodología al entorno de aprendizaje.

No es este el lugar para escribir pormenorizadamente cómo diseñar una buena metodología de trabajo en grupos en clase, ni tampoco es mi objetivo. Pero sí que podemos promover un poco de reflexión de cara a nuestros propios aprendizajes, aquellos que emprendemos por iniciativa propia. En mi caso, los cuatro

aprendizajes que me he planteado y que voy desarrollando a la vez que escribo este libro, guardan una relación diferente con este aspecto del grupo o del ambiente de aprendizaje. Mi proceso de aprender historia de Al-Ándalus se está beneficiando mucho de conversar sobre el tema con la gente que tengo alrededor (amigos, compañeros y familia), en particular con amigos que saben algo sobre esta cuestión. No lo hago necesariamente para que me den más información o me enseñen cosas nuevas, sino porque el mero hecho de hablar del tema me estimula a reforzar lo que estoy aprendiendo y a corregir algunas de mis percepciones de lo que estoy aprendiendo en solitario al contrastarlas con otras personas. Algo parecido sucede con la ciberseguridad, con el añadido de que es un tema que preocupa a mucha gente, y por eso siempre encuentro a alguien que quiera conversar sobre esta cuestión a distintos niveles. Tengo conocidos que saben mucho del tema, y otros que no saben nada, pero a los que el asunto les preocupa. En consecuencia, asumo frecuentemente roles de alumno y de maestro en estas conversaciones informales, y tal circunstancia me obliga a revisar continuamente mis propios conocimientos, con la consiguiente mejora del proceso de aprendizaje en el que estoy involucrado. Por otro lado, en el proceso de aprender a bailar salsa, que es el que más precisa de interacción con otras personas, me estoy dando cuenta de lo importante que es sentirse a gusto con la gente con la que bailo; me importa menos que sepan mucho o poco, que sean grandes bailarines o más bien inexpertos. Pero en este caso donde la motivación es tan importante, generar un ambiente cómodo está resultando fundamental. Si no pudiera contar con ello, seguramente habría abandonado, o tendría que haber ejercitado en mucha mayor medida mi fuerza de voluntad para poder seguir adelante. Finalmente, en el aprendizaje de geometría algebraica

también me está resultando muy beneficioso compartir mi aprendizaje con otros matemáticos. Y está siendo muy positivo hacerlo con gente de distintos niveles, expertos que saben muchísimo más que yo, y estudiantes que saben menos. Esto me parece muy interesante, no solo por todo lo que estoy aprendiendo de geometría, sino por lo que estoy descubriendo sobre el propio proceso de aprendizaje. Por un lado, trabajo regularmente con un grupo de matemáticos que una vez por semana aproximadamente exponen algún tema relacionado con la geometría algebraica. No siempre lo entiendo todo, pero de vez en cuando aparece alguno de los conceptos que estoy estudiando y entonces puedo conectar lo que sé con otros contextos y lo comprendo mejor. Y, por otro lado, puedo hacer preguntas muy concretas que facilitan mi aprendizaje posterior. Finalmente, como también preparo sesiones con estudiantes de doctorado para hablar de los temas que estoy aprendiendo, debo estudiar y elaborar los temas para poder explicarlos. Y eso, como hemos visto en este capítulo, me resulta muy útil para comprender mejor los temas y reforzar mi aprendizaje. De modo que estoy experimentando en primera persona qué significa contar con un buen ambiente de aprendizaje y los beneficios que ello reporta.

La memoria

Palpamos un redondel, vemos un montoncito de luz color de madrugada,
un cosquilleo nos alegra la boca y mentimos que esas tres cosas
heterogéneas son una sola y que se llama naranja.

JORGE LUIS BORGES,
El tamaño de mi Esperanza, 1926

Somos nuestra memoria, somos ese quimérico museo de formas
inconstantes, ese montón de espejos rotos.

JORGE LUIS BORGES,
Elogio de la sombra, 1969

Recuerdo que hace unos años estuve en Estambul, la antigua Constantinopla, donde se celebraba un congreso matemático. El primer día que pasé en Estambul quise entrar en la mezquita de Agya Sofya, la antigua catedral de Santa Sofía. Tenía muchas ganas de conocerla, fue lo primero que hice al llegar a la ciudad. Había visto Santa Sofía mil veces en los libros de historia con los que estudié de niño, tenía grabadas las impresionantes fotografías y recuerdo que siempre me había llamado la atención aquel templo, tan grande y tan distinto de los que yo conocía. Mientras entraba lentamente, incorporado a la fila de visitantes, sentí la emoción de acceder a un lugar que constituye un símbolo de la historia de Occidente. Yo sabía que los historiadores sostienen que hay dos

fechas que marcan el fin de la Edad Media y el comienzo de la Edad Moderna. Una es el año 1492, el del primer viaje de Cristóbal Colón a través del Océano Atlántico. La otra es 1453, el año de la conquista de Constantinopla por los turcos, el año en que el sultán Mehmet entró en la catedral de Santa Sofía y la convirtió en mezquita. Esa conquista cambió para siempre la historia de Occidente y, de alguna manera, la historia de la humanidad. Recordé todo eso mientras entraba con paso reverencial en Agya Sofya. Los grandes círculos decorativos escritos en árabe, las bóvedas, los fieles, hombres y mujeres, que se iban acercando a la zona de oración, mis pies descalzos para entrar en el suelo alfombrado, las mismas paredes que fueron testigo de la entrada de Mehmet en la ciudad vencida. Todo hizo que aquel fuera un momento especialmente intenso. Fue como una toma de conciencia casi física de hasta qué punto los acontecimientos de la historia modelan nuestro tiempo y nuestras formas de vivir en sociedad. Mi imaginación viajó hasta Mehmet y el ejército otomano, me inventé sus ropas, su acento, esa mezcla de agotamiento y satisfacción de las huestes victoriosas. Pensé en lo que debieron de sentir al entrar por vez primera en la ansiada catedral y experimentar la maravilla de aquel espacio, la maravilla de aquel mismísimo espacio en el que yo miraba en todas las direcciones con la boca abierta. Fue una visita muy intensa, mucho. Y toda la intensidad de la experiencia de visitar Agya Sofya se la debía al recuerdo de ese dato, de esa fecha, de esos nombres. La belleza objetiva del edificio se vio multiplicada por el significado que aquellas paredes, suelos y bóvedas tuvieron para la historia universal. Hay otros templos similares en Estambul, pero ninguno es ese. Yo estaba allí con algunos compañeros del congreso, pero ellos no recordaban todo aquello de Mehmet y la conquista de Constantinopla, y a ellos también les gustó la

mezquita, cómo no, es un edificio imponente que no deja indiferente a nadie. Pero no tuvieron una experiencia similar a la mía, la suya fue más pálida, más parcial y seguramente menos vívida. Y lo que lo cambió todo fue un dato, el de un hecho histórico ocurrido hace casi seiscientos años. Un dato que memoricé de niño, que probablemente solté en algún examen y que se incorporó al conjunto de cosas que recuerdo, al almacén de datos que están latentes en mi memoria esperando a que los quiera o necesite recuperar.

¿Cómo funciona la memoria?

La memoria lo es todo en el aprendizaje. Recordamos datos, recordamos cómo hacemos algo, recordamos quién es tal o cual persona, recordamos lo que nos pasó la última vez que hicimos algo de una manera errónea, recordamos el camino a casa. Recordamos experiencias y gestos. Todo lo que repetimos de forma intencionada (aunque lo tengamos incorporado casi automáticamente) está en nuestra memoria. Desde atarnos los zapatos hasta cómo se multiplican dos números o la melodía de nuestras canciones favoritas. Una memoria cuidada, trabajada, bien tratada, es un ingrediente fundamental del aprendizaje. Aprender consiste sobre todo en incorporar información y patrones a nuestra memoria y ser capaces de rescatarlos de esta para poderlos aplicar a nuevas situaciones y relacionarlos unos con otros gracias a nuestra inteligencia. La memoria es nuestro cerebro cambiando, adaptándose, aprendiendo. Merece le pena, pues, que dediquemos unas líneas a cómo funciona este centro neurálgico del aprendizaje.

Sobre la memoria se sabe mucho y sabemos muy poco. Quiero decir que la ciencia sabe mucho acerca de cómo funciona la memoria, mucho y de forma muy sólida. Pero a la vez la gente en

general sabemos muy poquito de todo eso que la ciencia sabe sobre la memoria. Ese desconocimiento a veces nos lleva a no tener claro cómo ejercitarla, cómo estimularla y cómo usarla de modo eficaz para el aprendizaje. Existen distintos tipos de memoria, que funcionan de formas fisiológicamente distintas dentro de nuestro cerebro. La memoria puede ser muy específica, y así, una serie de mecanismos que están especializados en fortalecer cierto tipo de habilidades memorísticas, pueden no ser útiles para otros aspectos. Existe un gran número de datos y experimentos que confirman esta variedad de procesos de nuestra memoria, y aunque en el fondo tienen bastante en común, nos conviene hablar de estos distintos tipos de forma separada. Aquí nos limitaremos a hacer una distinción muy superficial y esquemática, pero este tema es tan interesante y sorprendente que merece la pena leer más para ampliar la información. Por eso he listado algunos libros en la bibliografía final que hablan sobre la memoria. Los recomiendo encarecidamente, de verdad, porque es un tema apasionante. Los científicos han logrado conocer de un modo muy profundo y detallado cuál es el mecanismo biológico que permite generar un recuerdo, desde que vemos o conocemos algo por primera vez hasta que forma parte de nuestra memoria permanente, algo que podemos recuperar siempre que queramos, como por ejemplo nuestra fecha de nacimiento. Por supuesto, también saben por qué no recordamos tan bien según qué cosas, y cómo hacer para fortalecer nuestra capacidad para evocar recuerdos, cómo aprovechar esas modificaciones de nuestro cerebro que llamamos aprendizaje. Quedan muchas lagunas en ese conocimiento, y muchos aspectos por investigar, pero el paisaje general se conoce muy bien, y cada vez se aprovecha más este conocimiento científico para aplicarlo a la educación y a las ciencias del aprendizaje.

Como a nosotros nos interesan sobre todo los aprendizajes, en primer lugar, nos fijaremos en cómo se construyen los recuerdos. A grandes rasgos, el proceso de generación de un recuerdo es el siguiente:

- En primer lugar, varios grupos de neuronas de mi cerebro perciben algo a lo que estoy prestando atención. Normalmente, en este primer estadio se ven implicados distintos tipos de percepción: visual, auditiva, etc. Es importante subrayar lo de la atención: si quiero recordar algo de forma activa, el primer paso es prestarle atención.
- Entonces, mi sistema emocional decide si ese estímulo es digno de ser recordado. Por supuesto, existen varios niveles de intencionalidad. Hay cosas que quiero recordar porque las estoy estudiando, y otras que se registran de modo más automático, porque mi cerebro las considera potencialmente importantes, sin demasiada intervención de mi voluntad consciente.
- Y ahí comienza la fabricación del recuerdo. Las neuronas implicadas en la percepción de aquello que quiero recordar refuerzan sus conexiones mutuas. Y también refuerzan las conexiones con otras neuronas que almacenan información relacionada. ¡Cambian físicamente! Crecen los puntos de conexión entre unas y otras o se generan algunos nuevos, se producen cambios anatómicos e incluso se expresan nuevos genes. Esos cambios, esa modificación de las conexiones entre mis neuronas son la base de los recuerdos, su forma material.
- Una vez acontecidos estos cambios, el recuerdo, esa nueva estructura de conexiones, permanece latente en mi cerebro. Más tarde, cada vez que me llegue un nuevo estímulo relacionado con ese recuerdo, la concatenación de conexiones que lo forman volverá a crearse, de forma similar a la primera vez. Recordar,

por tanto, consiste en tratar de recrear la cascada de conexiones que generó en su momento el recuerdo inicial. Cuanto más fuertes (y más variadas o redundantes) sean esas conexiones, más fácil será reproducir el recuerdo, evocarlo, utilizarlo. La fuerza de las conexiones que forman los recuerdos obedece a varios factores, como la frecuencia de su uso (por ejemplo, mi fecha de nacimiento) o la cantidad de conexiones que se hayan establecido con otros recuerdos.

Tipos de memoria

Según los biólogos y evolucionistas, en realidad nuestro cuerpo tiene tres clases de memoria: la evolutiva, la del sistema inmunitario y la neuronal. La evolutiva es la que se almacena en nuestros genes. A lo largo de generaciones y generaciones, especie tras especie, nuestro ADN ha ido conservando unos genes que expresan nuestras características como especie. Tenemos muchos genes iguales que los de los chimpancés (casi todos), y compartimos algunos menos con las ranas (aunque son bastantes). Nuestras células son capaces de conformar un ser humano porque nuestros genes recuerdan qué significa ser humano. Nosotros no podemos enseñar a nuestros genes a ser algo distinto de lo que son. El aprendizaje a escala evolutiva necesita muchas generaciones para aprender algo nuevo. La segunda memoria es la del sistema inmunitario. Cada vez que nuestro cuerpo se infecta de un patógeno, como por ejemplo un virus, aprende a desarrollar defensas contra este (si sobrevivimos, claro). Así, si ese patógeno vuelve a atacar, nuestro sistema inmunitario lo recordará y será capaz de defenderse. Ha aprendido. Podemos enseñarle, por ejemplo, mediante vacunas. Así esta segunda memoria puede aprender, pero el sistema de aprendizaje ocurre en un plano celular

sobre el que no podemos intervenir simplemente por propia voluntad, ejercitándolo. Uno no enseña a su sistema inmunitario a defenderse de un virus leyendo un manual de defensa.

La que nos interesa aquí es la memoria neuronal, la del sistema nervioso. Sobre esta sí que podemos actuar de forma directa, de forma física. En eso consiste precisamente el aprendizaje. Basándose en la mecánica de la construcción de recuerdos, los científicos distinguen en la memoria neuronal los siguientes tipos básicos: por un lado, está la memoria de trabajo, también llamada memoria a corto plazo, y por el otro la memoria a largo plazo. Además, dentro de la memoria a largo plazo existen a su vez dos grandes tipos: la memoria semántica y la procedimental. Vamos a conocer un poquito estas variantes de la memoria.

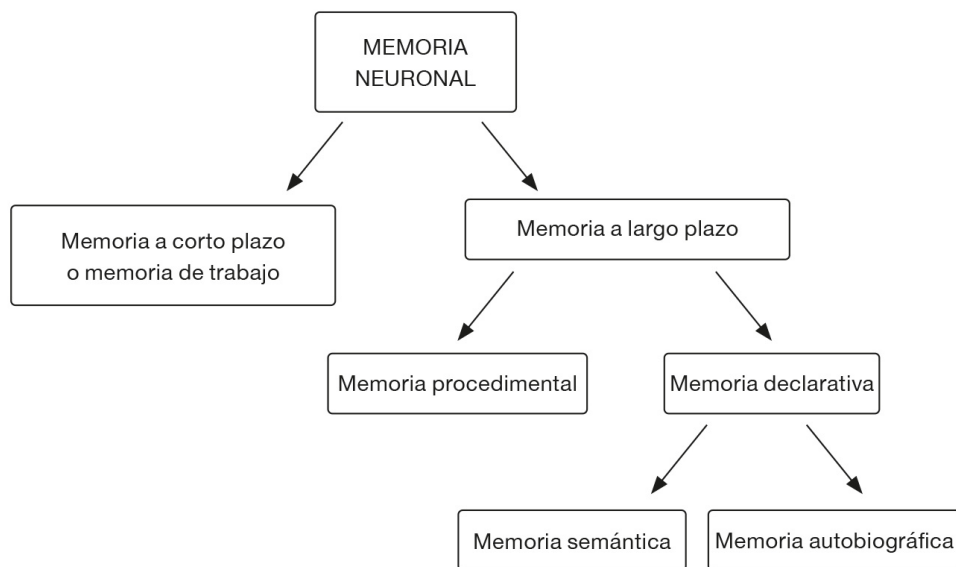


Figura 2. Esquema simplificado de los tipos de memoria neuronal.

La memoria de trabajo

En primer lugar, tenemos lo que los expertos llaman memoria de

trabajo, que es fundamental en el aprendizaje. Se trata de una representación mental de una percepción, que permanece activa con fuerza durante un breve tiempo. Nuestro sistema receptor percibe algo, nuestra mente forma una imagen mental de ese algo y esa imagen dura unos instantes en nuestro cerebro. Por ejemplo, cuando queremos recordar el PIN generado para una transacción bancaria. Es decir, un conjunto de números que tenemos que introducir en el formulario de una página web para hacer una determinada gestión. Ese momento durante el cual los tenemos en la mente, antes de escribirlos en un formulario o de anotarlos en un papel, es el momento de la memoria de trabajo. En la memoria de trabajo se encuentra la información de la que somos conscientes en cada momento. Su activación dura unos segundos y es muy sensible a las distracciones. Esta es la piedra angular del aprendizaje. A la memoria de trabajo podemos traer elementos captados por nuestros sentidos, como cuando miramos un paisaje, escuchamos la voz de alguien que nos habla u olfateamos un lugar. Podemos traer elementos que están almacenados de forma externa a nosotros, como por ejemplo en un libro, en un disco, en un ordenador. Y podemos traer también elementos que tenemos almacenados en nuestra memoria a largo plazo, contenidos que traemos a nuestra consciencia, que recordamos. En esta memoria a corto plazo podemos establecer conexiones, unir elementos de distinta procedencia. Y lo mejor, y más importante, es que en la memoria de trabajo podemos razonar, mezclar los elementos que hemos aglutinado, y así construir conocimiento nuevo o generar nueva información que después almacenaremos en la memoria a largo plazo. Eso sí, este proceso consume muchos recursos, requiere esfuerzo. Mantener información en la memoria de trabajo para poder operar con ella conlleva un proceso muy exigente. La

capacidad de la memoria de trabajo es limitada y puede variar mucho de unas personas a otras. Este es un factor determinante que marca nuestras diferencias a la hora de aprender cosas nuevas, convertirnos en expertos y generar nuevo conocimiento.

Nuestra memoria de trabajo consume muchos recursos, nos cansamos al usarla. Esto es lo que percibimos como trabajo intelectual, y es lo que nos va a permitir aprender. Por eso, cuando estamos estudiando o aprendiendo algo nuevo, conviene proporcionarle unas buenas condiciones de trabajo para que no tenga que emplear sus escasos recursos en centrarse continuamente en lo que está trabajando, pues, como ya hemos dicho, es sensible a las distracciones. Entre otras cosas, la memoria de trabajo se encarga de discriminar a qué estímulo tiene que dirigir la atención en cada momento, ya que ese estímulo es precisamente el que debe procesar. Y si nuestra voluntad quiere centrarse en alguno en particular, pero hay otros estímulos poderosos que se inmiscuyen, la memoria de trabajo deberá acallarlos, pero tendrá que invertir un esfuerzo en ello, y se cansará antes, dificultando el aprendizaje. Si estamos tratando de memorizar los números que debemos recordar para un formulario de la página web y a la vez alguien nos está pidiendo que resolvamos una suma, por simple que sea, la tarea de recordar los números se dificulta enormemente. Por eso conviene evitar las distracciones cuando estamos estudiando, o cuando estamos pendientes de una conversación o de una charla interesante. Puede que la memoria de trabajo tenga muchas limitaciones, pero si le añadimos trabajo extra, estas no harán sino aumentar.

La memoria a largo plazo

Además de la memoria de trabajo, o a corto plazo, está la memoria

a largo plazo. En esta memoria a largo plazo podemos distinguir en primer lugar una memoria para las habilidades que mecanizamos, llamada «memoria procedimental». Son habilidades que a fuerza de usarlas repetidamente podemos ejercerlas sin pensar, sin apenas esfuerzo mental y sin un uso consciente de nuestras habilidades intelectuales. La memoria procedimental es la que usamos cuando montamos en bicicleta o nadamos, por ejemplo. Son habilidades que aprendimos en su momento, las mecanizamos y podemos recuperarlas sin esfuerzo. No todas estas habilidades son de tipo motriz, también hay habilidades intelectuales que entran dentro de esta memoria procedimental. Por ejemplo, sumar o multiplicar números pequeños también entran en el ámbito de acción de la memoria procedimental. Son operaciones sencillas que tenemos incorporadas y que realizamos sin tener que concentrarnos en ellas, procedimientos que ejecutamos mecánicamente. Esta memoria se enriquece con la práctica, por eso muchas veces en la escuela realizamos operaciones, tablas y ejercicios repetitivos que entrenan nuestra memoria procedimental para que, llegado el momento, invirtamos nuestros esfuerzos intelectuales en algo verdaderamente interesante o difícil, en lugar de en operaciones sencillas que conviene tener mecanizadas. Por eso también los músicos practican durante horas para mecanizar los movimientos que usan cuando tocan su instrumento.

Voy a detenerme un momento en el asunto de aprender a hacer operaciones «de memoria», porque a veces este tema es objeto de discusión en el aprendizaje de las matemáticas y sin embargo es muy beneficioso. Entrenar la memoria procedimental para que sea capaz de realizar ciertas operaciones sin esfuerzo es muy recomendable, y gracias a ello se pueden aprender muchos procedimientos. Pero eso no debería entrar en contradicción con

que seamos capaces de aprender el porqué de esas operaciones, sus propiedades, las circunstancias en las que podemos aplicarlas, etc. A eso es a lo que solemos referirnos cuando hablamos de «entender lo que estamos haciendo». Son dos cosas diferentes (y que además emplean nuestra memoria de forma distinta), pero ambas son necesarias para el aprendizaje de las matemáticas. En la universidad, a veces me encuentro con estudiantes que me dicen, por ejemplo, que saben hacer derivadas, pero que no saben lo que es una derivada o por qué es importante. Han mecanizado varios procedimientos, lo cual está muy bien, y además habrán tenido que invertir un gran esfuerzo en ello, pero no han interiorizado el significado de lo que estaban haciendo. No ha entrado a formar parte de su red de conocimientos, relacionados entre sí y listos para incorporar nuevas relaciones que enriquezcan su comprensión (de esto hablaremos en el siguiente capítulo). Por eso es bueno que además de mecanizar los procedimientos, los usemos en diversas situaciones, los enseñemos en distintos contextos, y facilitemos que el aprendizaje los incorpore también a nuestra red de conocimientos, que esas mallas de conexiones que son nuestros recuerdos se refuercen unas a otras. Y de eso se encarga otro tipo de memoria.

El segundo gran tipo de memoria a largo plazo que poseemos, además de la procedimental, es la memoria declarativa. Es distinta a la procedimental, e incluso implica de forma distinta a otras regiones del cerebro. Esta es la memoria que usamos para guardar información, no habilidades. Es de la que tiramos para recordar datos como que en 1453 Mehmet entró en la catedral de Santa Sofía cuando tomó Constantinopla. Pero también es la memoria que utilizamos a la hora de recordar aquellas vacaciones de nuestra infancia o qué comimos ayer. Estos dos tipos de informaciones, los

conocimientos o datos y los recuerdos, no son lo mismo, ¿verdad? No, no lo son, y cada uno de ellos funciona en nuestra memoria de una manera un poco distinta. Ambos son información, y por tanto se encuentran en la memoria declarativa, pero presentan matices diferentes, y por eso los expertos dividen la memoria declarativa en dos: la memoria semántica, que se encarga de los conocimientos, y la memoria autobiográfica o episódica, que se encarga de recordar situaciones vividas. Ambas utilizan mecanismos sorprendentemente distintos para almacenar los recuerdos, activando procesos bastante diferentes. Como ya hemos visto, los acontecimientos que vivimos dejan su impronta en nuestro cerebro, y al hacerlo modifican sus conexiones. Pero luego el cerebro se encarga de organizar esa información, basándose en las estructuras previas que tiene, en la fuerza de las conexiones creadas a lo largo de nuestra vida. Así, en este proceso tranquilo, que tiene lugar durante el sueño, nuestros recuerdos se limpian y se organizan, y los acontecimientos vividos (como una sesión de estudio, de entrenamiento, de conversación o de lectura) pueden transformarse en estructuras permanentes, en recuerdos que son conocimiento. De modo que, aunque son diferentes, sus funciones están muy relacionadas entre sí.

Igual que ocurre con la memoria procedimental, la que almacena esas actividades que automatizamos por repetición, la memoria declarativa también se enriquece a base de entrenarla, practicando con ella, usando los recuerdos. Recordar no es un misterio, o cuando menos no lo es para la ciencia. Es cierto que queda mucho por investigar, que aún no se sabe del todo cómo funciona la selección de recuerdos y que aún ignoramos mucho acerca del olvido y sus mecanismos. Pero a la vez sabemos mucho. Recordamos mediante esquemas complejos, almacenamos relaciones entre recuerdos y entre fragmentos de recuerdos. Y

mediante esas asociaciones llamamos más tarde a nuestros recuerdos para que afloren a la superficie y podamos utilizarlos y construir conocimiento o comunicar el que ya poseemos. Aquellas asociaciones que más utilizamos tienen una probabilidad mayor de ser reforzadas y fijadas de forma más permanente en nuestra memoria. El aprendizaje es en gran parte establecer la fijación de recuerdos y relaciones entre ellos, para que, ante las nuevas situaciones que nos encontremos en la vida, podamos seleccionar de entre nuestros conocimientos, experiencias y habilidades aquellos que son más útiles en cada ocasión. Recordamos para vivir mejor.

Jennifer Aniston

Al hablar del experimento del bebé Donald Kellog y su hermanita chimpancé Gua, vimos que una de las cosas que Gua no pudo hacer fue adquirir lenguaje, y dijimos que era porque había alcanzado su techo cognitivo. Hay quien podría decir que Gua no pudo hablar porque su cuerpo, en concreto su garganta, no estaba preparada para ello. Efectivamente, nuestra laringe está diseñada para que podamos hablar, nuestros órganos fonadores están preparados para que podamos decir palabras y frases como «Nuestras vidas son los ríos que van a dar a la mar que es el morir», algo que un chimpancé no podrá decir jamás. Pero hablar no es solo eso: Gua podría haber desarrollado una fonética propia de un supuesto idioma chimpancé que podría hablar con sus congéneres, o incluso con su hermano Donald. Pero no. No existe algo parecido a un idioma chimpancé que se asemeje remotamente al lenguaje humano. Y es que para usar el lenguaje como lo usamos los *Homo sapiens* no basta con poder hablar, con ser físicamente capaces de emitir una cantidad suficiente de sonidos variados. Hace

falta simbolismo y hacen falta conceptos. Los conceptos se alojan en nuestra memoria y precisan de nuestro olvido, como veremos en uno de los últimos capítulos de este libro (sí, para aprender hace falta olvidar, es absolutamente necesario). Este hecho no es algo obvio, ni mucho menos. En realidad, es una de las cuestiones más complicadas de la neurología, y parte de lo que sabemos de esta tiene que ver, sorprendentemente, con la actriz Jennifer Aniston.

Resulta que hace unos años el grupo de investigación del neurólogo argentino Rodrigo Quian Quiroga estaba investigando sobre ciertos pacientes con epilepsia. Como parte de su investigación tenían que marcar la localización de ciertas regiones cerebrales cuyas funciones son conocidas. Para ello se monitorizan ciertas células y se mide su actividad ante determinados estímulos. Así fue como descubrieron que ciertas neuronas de un paciente en concreto reaccionaban exclusivamente ante la visión de unas fotografías de la actriz Jennifer Aniston. Las neuronas se activaban, se excitaban, cuando veían imágenes de Jennifer Aniston en cualquiera de sus variantes: de perfil, de frente, sonriendo, triste, seria... Esas neuronas eran capaces de reconocer imágenes muy distintas de Jennifer Aniston, pero en cambio no reaccionaban a las de otras actrices o mujeres, hombres, paisajes u objetos que no fueran Jennifer Aniston. Eso los dejó muy sorprendidos y quisieron indagar más, descubrir el porqué. En sucesivos experimentos con otros pacientes y otros estímulos localizaron grupos de neuronas que reaccionaban ante otras personas; había quien reaccionaba al ver fotos de Maradona, de Batman..., pero lo que nos importa aquí es que la reacción se producía en respuesta a representaciones muy variadas de la persona en cuestión. Entonces se percataron de que esas neuronas reaccionaban incluso a representaciones que no tenían nada que ver con la percepción visual o sensorial. Por poner

un ejemplo, cierta neurona de un paciente reaccionaba a una foto de Halle Berry, pero también a su nombre escrito. Es decir, ¡esas neuronas en concreto reaccionaban al *concepto* Halle Berry, no simplemente a una percepción visual de Halle Berry! El resultado fue sorprendente y provocó bastante revuelo en la comunidad de científicos que investigan cómo conformamos los conceptos en nuestro cerebro. La cuestión no está clara todavía, se barajan distintas hipótesis que tratan de explicar el comportamiento de aquello que se llamó la *neurona Jennifer Aniston*. Pero lo que está claro, y eso es lo importante, es que somos capaces de formar conceptos abstractos en nuestras redes neuronales. No son solo algo así como recuerdos fotográficos, no son solo copias internas de aquello que nuestros sentidos han captado, una especie de mapas en miniatura de la realidad exterior. Nuestra red de conexiones es tan compleja y capaz, que puede formar *conceptos* a partir de nuestra experiencia y de los datos que incorporamos.

Esto es absolutamente impresionante. Cuanto más sabemos acerca de cómo funciona nuestro cerebro, más exagerada nos parece su increíble capacidad. Es un área de investigación fascinante que gracias a las nuevas tecnologías que se han desarrollado para monitorizar la actividad cerebral, nos permite asomarnos expectantes a las entrañas de nuestra identidad. En el núcleo de esas alucinantes capacidades de nuestro cerebro se encuentra el aprendizaje. El aprendizaje lo mueve todo, lo posibilita todo, lo consigue todo. Aún no conocemos por completo sus mecanismos más íntimos, pero sabemos mucho, y ya hemos podido observar los efectos físicos de algo tan abstracto como aprender y recordar. Una de las cosas que han salido a la luz es el papel central que desempeña la memoria en todo aprendizaje, en más aspectos de los que imaginábamos. No solo resulta que la memoria es un

almacén de todo cuanto hemos aprendido, sino que la propia memoria es un motor de aprendizaje. Por eso es tan importante enriquecerla tanto como podamos, alimentarla con conocimientos variados, datos y habilidades. En este camino ilusionante y placentero de engrandecer nuestra vida enriqueciendo nuestra memoria contamos con un aliado inesperado: la conversación, que ayuda a la memoria a la hora de construir (no solo evocar) conocimiento.

Recordar es aprender

Recordar es aprender, no solo al revés. Puede que seas una de esas personas que recuerdan muchas cosas de su infancia y adolescencia. Anécdotas y lugares, gente, tus compañeritos de clase de cuando erais pequeños e ibais al colegio, tus maestros o maestras; quizá recuerdes juegos infantiles, lugares de vacaciones, incluso con nombres y descripciones más o menos precisas, pequeños detalles... Ese no es mi caso. Recuerdo muy pocas cosas de mi infancia, la verdad es que no soy capaz de nombrar de memoria a la mayoría de las personas con las que fui a clase de pequeño o de adolescente. Muchas veces me sorprendo a mí mismo diciendo «¡anda, es verdad, no me acordaba!» cuando alguien me nombra a alguna persona o algún lugar de mi infancia. Me llama mucho la atención este hecho de que haya personas que recuerdan muchos detalles de su vida mientras que otras no tenemos esa precisión de detalle sobre nuestro propio pasado más o menos remoto.

Para tratar de llenar este vacío, que yo interpreto como una carencia, he intentado hacer dos cosas. La primera, esforzarme en recordar hechos, personas y lugares de mi pasado. Por ejemplo, la casa de mis abuelos, donde pasé gran parte de los veranos de mi

infancia, que ya no pertenece a la familia y que hace más de veinte años que no visito. Trato de recorrerla mentalmente a menudo, o pregunto cosas sobre cómo era a otras personas que también la vivieron, y me he percatado de que poco a poco voy trayendo a la memoria detalles que antes no recordaba. Es decir, que estaban ahí sin que yo lo supiera, y sin que fuera capaz de evocarlos por mí mismo. Desde que esto ocurre, puedo recordarlos de nuevo con mayor viveza en cuanto he logrado rescatarlos del olvido. Los recuerdos se pueden trabajar, el olvido no siempre es completamente irreversible, y dedicar un tiempo simplemente a «recordar cosas» contribuye a que reforcemos esos recuerdos. Resulta muy sorprendente, y muy gratificante, constatar que entre nuestros recuerdos hay muchos que permanecen enterrados y creíamos perdidos para siempre y descubrir que no es así, que somos capaces de recuperarlos. En mi caso se trata de un descubrimiento reciente, y me parece maravilloso. La otra circunstancia que me ha llamado la atención últimamente es que mis amigos y familiares que recuerdan más cosas de su infancia, y que no paran de sorprenderme con detalles que me parece increíble que recuerden, comparten un rasgo común: son muy conversadores. De entre todos ellos, me llama mucho la atención mi madre, la cantidad de detalles que recuerda me parece asombrosa. Ella recuerda a muchas más personas y circunstancias de su vida que yo, y eso que su infancia le queda veinte años más lejana que a mí la mía. Seguramente es porque a lo largo de su vida ella la ha evocado mucho más que yo. La conversación se nutre de la memoria en muchos aspectos. Al hablar, el material de nuestra conversación remite la mayoría de las veces a sucesos recientes, pero en otras ocasiones traemos a colación experiencias pasadas y datos lejanos en el tiempo que son relevantes para el tema del que

estemos hablando. Algunas veces constituyen el propio tema de conversación: «¿Te acuerdas de cuando...?». Hablar de hechos, personas y lugares que forman parte de nuestra memoria declarativa nos ayuda a reforzar esos recuerdos. Por eso es tan importante hablar de nuestro pasado, reciente o remoto. Algunos estudios sostienen que cuando dejamos vagar la mente, esta solo recuerda libremente el pasado un 12 por ciento del tiempo (el 88 por ciento restante lo dedica al presente, al futuro o a otras cosas), pero de ese 12 por ciento, resulta que la mayor parte la dedicamos a acontecimientos previos que han sucedido el mismo día, otra importante porción al día anterior (ayer) y solo destinamos una pequeña parte al resto del tiempo previo al día de ayer. Es decir, debemos traer conscientemente a la memoria nuestros recuerdos remotos, ya que por sí solos no van a venir. Y a tal efecto, un instrumento particularmente útil es la conversación.

Pero también es muy importante conversar sobre las cosas que sabemos, sobre nuestros conocimientos. Resulta que los datos, los hechos y conceptos que usamos en nuestras conversaciones se refuerzan en nuestra memoria, de forma similar (el mecanismo viene a ser muy parecido) a los repaos espaciados de los que hablábamos unas páginas más arriba, que tan eficaces resultan para el aprendizaje en general y para el estudio en particular. La conclusión es clara: conversar es un medio muy eficaz para aprender. Esto ocurre por al menos dos razones: en primer lugar, porque usamos los datos, hechos y conceptos de nuevo, tratamos de recorrer la cadena de conexiones y circuitos que están almacenados en ese recuerdo en concreto, y en consecuencia ese mecanismo de memoria se refuerza. Nuestro cerebro está preparado para reforzar aquellas conexiones que se usan frecuentemente, porque si las usamos a menudo significa que son

importantes, que conviene tenerlas a mano. La segunda razón es porque utilizamos esos conocimientos y datos que entran en nuestras conversaciones en un contexto nuevo, que puede estar relacionado con otras personas, situaciones, conceptos o datos que hasta ese momento no habíamos conectado. Y eso enriquece nuestra red de relaciones entre conocimientos, que es la materia principal de la memoria. Generamos nuevos caminos, redundantes y variados, a través de los cuales evocamos nuestros recuerdos y conocimientos. Disfrutamos de un mejor acceso a los recuerdos, a los que podemos llegar por varias vías diferentes. Finalmente, acceder a un mismo recuerdo, a un mismo conocimiento de formas distintas, variadas, en distintos contextos, hace que surjan abstracciones, es decir, conceptos. Esa es la forma sublime del aprendizaje.

Evidentemente, la memoria, en sus distintas modalidades, es esencial para los aprendizajes que me he propuesto emprender mientras escribo este libro. Para aprender historia de Al-Ándalus, la memoria declarativa resulta fundamental. Quiero almacenar en ella datos e información que pueda recuperar cuando tenga una conversación sobre el tema o precise usar mis conocimientos en otro contexto. Sin embargo, la memoria procedimental no va a trabajar en este caso. Sí lo hará en el aprendizaje del baile, y tendrá un papel protagonista. En cambio, la memoria declarativa no tendrá tanta importancia. La relación entre ambas será más equilibrada en el caso del aprendizaje de la geometría algebraica o la ciberseguridad, porque, además de conocimientos sólidos, datos e información bien estructurada, quiero adquirir ciertos procedimientos. Por ejemplo, quiero saber cómo calcular cierta información de objetos geométricos, o llevar a cabo un chequeo de algunos de los posibles puntos críticos en la seguridad de mi

ordenador, de mi teléfono o de mi red, y cómo solucionarlos. En estos aprendizajes he podido comprobar que el papel de la conversación es fundamental, sobre todo en la historia de Al-Ándalus y en mis avances en geometría algebraica. No solo para aclarar la comprensión de los nuevos conceptos, sino para afianzarlos en la memoria. Puedo decir con pleno conocimiento de causa que, efectivamente, hablar sobre aquello que estás aprendiendo lo refuerza en tu memoria y facilita el aprendizaje duradero. Creo que es uno de los mejores consejos que puedo dar a alguien que de verdad está empeñado en aprender algo: que hable sobre ello.

El espacio y la memoria

Siempre ha habido personas con una memoria extraordinaria. Hace dos mil años, Plinio el Viejo dedicó un capítulo entero de su *Naturalis Historia* a la memoria. En este relata asombrado que el rey Ciro de Persia conocía de memoria el nombre de cada uno de sus soldados y generales, que Escipión recordaba el nombre de todos los romanos, o que Mitrídates Eupator administraba justicia en las veintidós lenguas de su imperio. Afirma Plinio que la memoria fue convertida en arte por el poeta lírico Simónides y perfeccionada por Metrodoro de Escepsis, y que ese arte hacía capaces a las personas de repetir palabra por palabra todo lo que hubieran escuchado. Esta última afirmación nos pone en la pista de que ya desde la antigüedad existían memorizadores hábiles, que hace más de dos mil años ya se consideraba que la memoria se podía entrenar, y que alguien, un poeta llamado Simónides, había inventado un método para hacerlo.

Hoy, dos mil años después, conocemos mucho más sobre los mecanismos de nuestro cerebro, y sabemos que las personas que

tienen más o mejor memoria no la tienen por disponer de más espacio para guardar cosas en el cerebro o una densidad mayor de neuronas dedicadas a los recuerdos. Desde que la tecnología nos ha permitido observar en detalle la anatomía del cerebro se han llevado a cabo multitud de experimentos sobre este tema, con la intención de descubrir si el cerebro de los genios o de los expertos en ciertos campos que precisan del almacenaje de muchos datos en su memoria era distinto o no del de las personas normales. Y no, resulta que no es esencialmente distinto —aunque el entrenamiento de la memoria sí que puede producir modificaciones físicas en algunas regiones del cerebro—. No es en realidad una cuestión de capacidad de almacenamiento, pero sí que tiene que ver en parte con una cuestión de espacio. O más bien, de orientación espacial.

Como hemos visto, nuestro cerebro posee algunas capacidades específicas de forma innata, viene, por decirlo así, preparado para algunos aprendizajes importantes, como el reconocimiento del rostro o la adquisición del lenguaje. Estas capacidades forman parte destacada del equipaje con el que los miembros de nuestra especie venimos al mundo, y conforman parte de nuestra diferencia con otras especies. Existe, sin embargo, una habilidad que compartimos con muchos de los animales que nos acompañan en el planeta, que por consiguiente adquirimos relativamente pronto en nuestra historia evolutiva, y que hemos ido perfeccionando. Nuestro cerebro es impresionantemente bueno recordando *lugares y espacios*. Somos hábiles recordando y reproduciendo recorridos espaciales. El hecho de que podamos recordar trayectos complejos y detallados o de orientarnos en un mapa es algo que se nos da sorprendentemente bien. Además, podemos entrenar esta habilidad para mejorarla. Y no solo eso: resulta que esta extraordinaria destreza nuestra puede utilizarse para desarrollar en parte la memoria que necesitamos en

nuestros aprendizajes. Así pues, podemos utilizar a nuestro favor, y de forma consciente, nuestra memoria visual, combinándola con nuestras magníficas capacidades para la orientación espacial.

Hagamos una prueba. Trata de recordar la casa en que transcurrió tu infancia, o una de ellas en caso de que sean varias. O, si no, trata de recordar el camino que sigues desde tu casa a tu lugar de trabajo o estudio, o cualquier otro que tomes con frecuencia. Concéntrate en ello. Pasa mentalmente una y otra vez por estos lugares. Recuerdas una cantidad de información asombrosa. Y esta es la base de uno de los métodos ancestrales que muchas personas de extraordinaria memoria utilizan para lograr recordar una gran cantidad de información. En su forma más conocida se denomina «el palacio de la memoria» y se remonta a la antigua Grecia. La invención de este método se atribuye al poeta Simónides; este es el arte de memorizar al que se refería hace dos mil años Plinio el Viejo.

La cosa es sencilla pero muy eficaz. Vamos a hacer un pequeño ejercicio. Imagina que tienes que recordar una serie de palabras que corresponden a objetos, animales, personas o elementos de la naturaleza. Una lista de diez o quince, sin ninguna relación entre sí. Te propongo esta lista, pero puedes elegir otra:

PIEDRA, SOL, LOBO, ARMARIO, CUERDA, RANA,
CAMISA, HAMBURGUESA, TREN, ÁRBOL, TRINEO, CAMA.

Son doce palabras sencillas. Ahora ve a tu palacio de la memoria, que es el lugar que te he pedido que identifiques. Esa casa en la que viviste durante tu infancia, o tu lugar de trabajo, o tu casa actual, o cualquier otro edificio o paraje que conozcas bien. Yo utilizo el pasillo de despachos del Departamento de Matemáticas en el que trabajo en la Universidad de La Rioja. No solo asocio los lugares, sino que también sé a quién pertenece cada despacho. Están los

despachos, los baños, la sala de profesores, la secretaría, el cuarto de las fotocopadoras y mi propio despacho. Elige tú un lugar que te resulte familiar. Ahora coloca cada una de las doce palabras de la lista en un lugar de ese palacio de la memoria, recórrelo en el orden que te hayas marcado y sitúa las palabras ahí, visualizándolas, una por estancia. Resulta muy útil que al visualizarlas imagines escenas llamativas. Yo, por ejemplo, en el cuarto de las fotocopadoras he colocado un lobo fotocopiándose la cara. Esas escenas extrañas facilitan la tarea. Una vez hecho esto, verás que eres capaz de recordar las doce palabras con mucha más facilidad y durante más tiempo que si hubieras tratado de recordarlas sin ningún apoyo. Es un experimento que se ha repetido centenares de veces y que mejora abrumadoramente la memorización de listas de palabras o de personas, entre otras.

Esta cuestión del apoyo visual a la memoria no se queda solo en las listas de palabras. También resulta muy útil para concatenar ideas en un razonamiento, o para recordar la estructura de una lección o cualquier otra cosa que queramos aprender. Gran parte de los beneficios que aportan el subrayado, la disposición de textos que estamos estudiando o los esquemas comparten este mismo aspecto. Aprovechar esta habilidad que sí está de forma innata en nuestro cerebro, y que todos poseemos, puede ser un buen apoyo para los aprendizajes exitosos.

Existen otras técnicas que también resultan muy útiles, como construir una historia en la que intervengan los elementos que hay que recordar. Pero, llegados a este punto, tengo que hacer una puntualización relacionada con el tema de los estilos de aprendizaje que ha aparecido unas páginas más arriba. El hecho de que ciertas estrategias como el palacio de la memoria nos ayuden no significa que uno sea un aprendiz visual; es más, ni siquiera está claro que

esa categoría exista. Según la Teoría de los Estilos de Aprendizaje o VARK, que es el acrónimo inglés de Visual, Aural, Read/Write, Kinesthetic, las personas nos dividimos en cuatro estilos de aprendizaje: Visual, Auditivo, Lecto-escritor y Kinestésico. Tal como acabamos de apuntar, esta división no se basa en ninguna evidencia científica comprobada. Se han llevado a cabo numerosos esfuerzos por demostrar que existe un fundamento plausible para estos estilos de aprendizaje, y uno tras otros los estudios no han logrado encontrarlo. Lo que sí se ha demostrado es que la combinación de estímulos de distintos tipos (visuales, auditivos, etcétera) es beneficiosa para todas las personas, puesto que ayuda a reforzar el aprendizaje de diferentes formas.

No hay nada que indique que existe algo así como aprendices visuales, aunque mucha gente esté convencida de ello, incluidas algunas instituciones educativas. Lo cierto es que una buena parte de los recursos de nuestro cerebro se concentran en las tareas visuales, por lo que no es raro que muchas personas afirmen ser aprendices visuales, más aún si tenemos en cuenta que casi todos empleamos continuamente este tipo de estímulos, y los relacionamos con nuestros aprendizajes. Prueba de ello es que muchas personas utilizamos apoyos visuales y espaciales para comprender y recordar aquello que estamos tratando de aprender. En mi caso los uso, junto con otras estrategias de estudio, por supuesto, para aprender teoremas y sus demostraciones. Suelo usar estos apoyos visuales sobre todo cuando trato de hacerme con la estructura del tema, o del teorema en cuestión, ya que muchas veces estas estructuras son complejas y expresarlas de forma gráfica ayuda a formarse una primera impresión global. Hago muchos esquemas, y a veces, si lo creo conveniente, incluso empleo colores para expresar relaciones entre ideas y objetos. No

es algo universal (no lo hago siempre) ni único (a veces utilizo otras técnicas para aprender) pero desde luego lo utilizo con mucha frecuencia, y me resulta muy útil. Por ejemplo, en mi proceso de aprendizaje de la geometría algebraica me encontré con el concepto de μ -base. Era algo que yo desconocía, y a lo que llegué tras estudiar otros aspectos con los que está relacionado. Tras estudiar y comprender el entramado de ideas que tienen que ver con las μ -bases, hice el siguiente esquema que me permitió aprender mucho mejor esta parte de mis estudios.

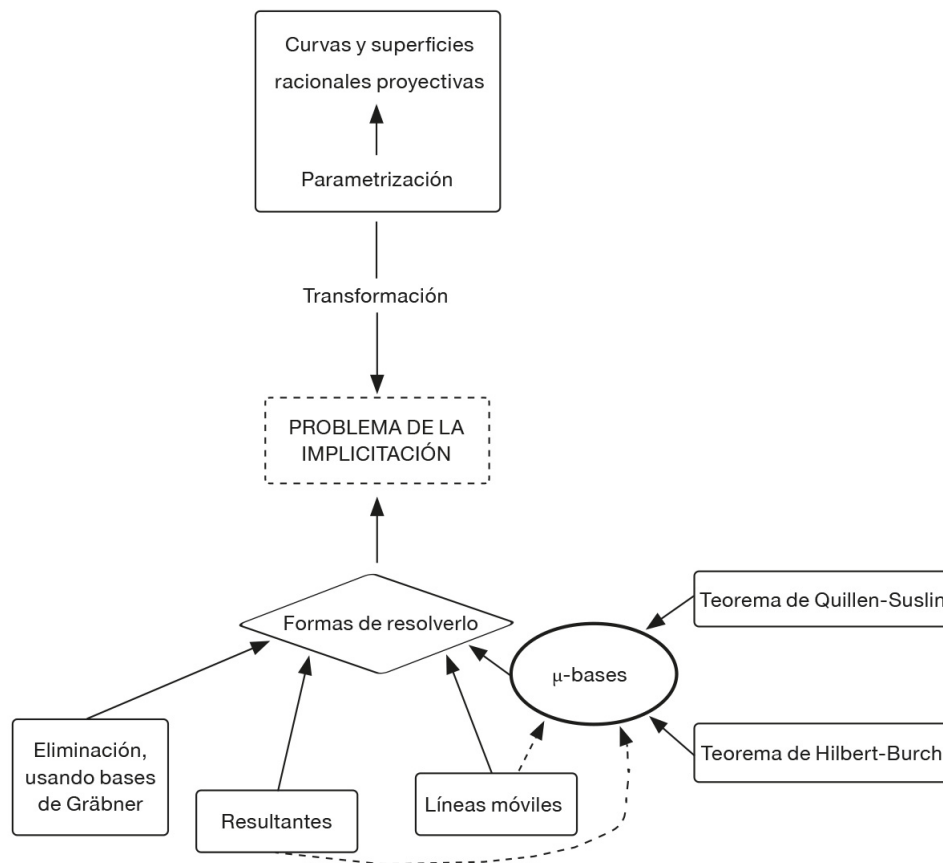


Figura 3. El esquema que me he hecho para estudiar μ -bases.

Este esquema por sí solo no hará que comprenda mejor o aprenda más fácilmente el concepto de μ -base, pero me ayuda en la comprensión de la estructura y en la selección y organización de

contenido para los repasos y las pruebas prácticas que me llevarán a consolidar el aprendizaje de este concepto, que hace tan solo unas semanas era absolutamente desconocido para mí.

Cómo incorporamos nuevos conocimientos

Quien no añade nada a sus conocimientos, los disminuye.

TALMUD

Cuando hablábamos de los esquemas de un tema y de las unidades mínimas de repaso a la hora de estudiar, decíamos que la incorporación de nuevos conocimientos se apoya sobre la base de los conocimientos que ya poseemos. También, cuando hemos visto cómo funciona la memoria, hemos sabido que nuestro cerebro construye las nuevas redes de conexiones, los nuevos recuerdos, sobre la base de los que ya tiene. Estos nuevos recuerdos no solamente se anclan más fácilmente en una base rica en conexiones (de conocimientos y recuerdos) sino que además la enriquecen. Es una especie de juego del Tetris mejorado. En el clásico juego del Tetris uno trata de acomodar la pieza que cae en el hueco que va quedando en la base de piezas, y cada vez resulta más difícil, porque las piezas de la base se van apilando y cada vez hay menos tiempo de reacción. En el juego del Tetris de nuestro cerebro las nuevas piezas no dificultan la llegada de las siguientes, sino que más bien la facilitan. Esto no ocurre siempre ni con todos los conocimientos, podemos decir que hay algunas excepciones a este principio general, y hablaremos de ellas en este capítulo.

Aprender como expertos

Cuando queremos aprender algo nuevo, podemos empezar por preparar una buena base, usando, por ejemplo, los esquemas generales que elaboramos al comenzar a estudiar. Después vamos avanzando poco a poco en el conocimiento de la disciplina, añadiendo información y detalles a ese esquema inicial. Las personas que son expertas en una materia tienen mucha facilidad para incorporar nuevos conocimientos, son capaces de aprender muy eficazmente cosas nuevas sobre su propia materia. La razón no es que estén especialmente dotados o tengan capacidades extraordinarias. O al menos ese no es el único factor determinante, como demostró, entre otros, un famoso experimento de los años setenta. En 1973, los científicos W. Chase y H. Simon llevaron a cabo un experimento que me fascinó cuando supe de él. Consistía en que unos jugadores de ajedrez de distintos niveles memorizaran la posición de distintas piezas en un tablero de ajedrez. Uno de los jugadores era un maestro, un profesional de este juego, con experiencia en torneos y miles de horas de entrenamiento. El segundo era un jugador de ajedrez avanzado, con soltura en el juego y una cierta experiencia. Y finalmente, el tercero era un novato con pocos conocimientos de ajedrez. La mecánica del experimento era la siguiente: a cada jugador se le presentaba un tablero de ajedrez con unas cuantas piezas, alrededor de veinticinco, colocadas en mitad de una situación de partida real. Se le pidió a cada participante que mirara el tablero durante cinco segundos y después lo cubrieron. A continuación, el jugador tenía que disponer en un tablero vacío tantas piezas como recordara de la situación de juego que acababa de ver. Además, si no recordaba la posición de todas las piezas, se le permitía destapar el tablero cuantas veces quisiera, durante intervalos de cinco segundos, para echarle un

vistazo e ir completando la ubicación de todas las piezas. Esta mecánica se repetía con unos cuantos tableros. Los resultados, por muy previsibles que fueran, no dejan de ser significativos. El maestro de ajedrez pudo recordar de un solo vistazo una media de dieciséis piezas, y necesitó destapar el tablero una media de poco más de cuatro veces para colocar todas las piezas. El jugador aficionado recordó una media de ocho piezas, y necesitó destapar el tablero el doble de veces que el maestro. Finalmente, el novato recordó una media de cuatro piezas la primera vez que miró el tablero, y también necesitó mirarlo más o menos el doble de veces que el maestro. Las diferencias entre los tres fueron lo que se conoce como *estadísticamente significativas*, es decir, las habilidades de cada uno para esta tarea eran diferentes. Los maestros de ajedrez han hecho del tablero su hábitat permanente, están acostumbrados a verlo todos los días, también dentro de su mente, a recordar situaciones, movimientos, estrategias, partidas recientes y antiguas. Así que es normal que el maestro obtuviera mejores resultados en este experimento. Al novato le falta ese bagaje, la experiencia que de alguna manera está instalada en el cerebro del maestro, en las conexiones que conforman su memoria.

Lo más interesante de este experimento es que hubo una segunda parte. En esta segunda ronda la colocación de las piezas no correspondía a ninguna situación real de juego. Las piezas fueron dispuestas de forma aleatoria en el tablero, sin ningún significado ajedrecístico en particular. ¡Y aquí desapareció la ventaja de los maestros! Los tres jugadores tuvieron un desempeño prácticamente idéntico en esta segunda ronda, lograron recordar más o menos tres piezas de media. Todos, desde el maestro hasta el principiante. Esta segunda parte del experimento nos dice que los grandes maestros no lo son porque tengan una memoria

excepcional, no son mejores que el resto de las personas cuando se trata de recordar algo con lo que no están familiarizados. Incluso aunque se trate de algo tan próximo a su ámbito de experiencia como un tablero de ajedrez con piezas repartidas de forma aleatoria. Sus habilidades solo son extraordinarias cuando se enfrentan a una situación que sí conocen, que tiene que ver con aquello que a su cerebro le resulta familiar. Esto ocurre con los expertos de cualquier ámbito. Nuestra capacidad de recordar tiene que ver con nuestra experiencia previa. El cerebro de cada uno de nosotros, que parte con pequeñas diferencias individuales en cuanto a conocimientos y capacidad de aprendizaje, va adquiriendo su individualidad a lo largo de la vida. Y estas particularidades adquiridas modifican nuestras habilidades y nuestra capacidad para nuevos aprendizajes. Por eso son tan importantes los que adquirimos en la infancia y los que vamos desarrollando durante toda la vida. No hay mejor preparación para futuros aprendizajes que no dejar nunca de aprender.

Pongámonos con los números, y hagamos nuestro propio experimento casero sobre este tema, similar al de los tableros de ajedrez. Mira una por una las seis series de diez números que verás a continuación. Para ello utiliza un papel o un cartón que te permita tapar las que estén debajo de la que estás mirando. Comienza por la fila superior y obsérvala durante diez segundos. Después, trata de reproducir la serie en un papel aparte; puedes tomarte todo el tiempo que quieras para reproducirla. Una vez que te des por satisfecho, hayas completado la serie, o sientas que no puedes completar más, avanza hasta la segunda serie y haz lo mismo. Y así sucesivamente hasta que lo hayas hecho con las seis. Diez segundos por serie, no más, en eso conviene ser estrictos.

2 – 4 – 8 – 16 – 32 – 64 – 128 – 256 – 512 – 1024

$2 - 3 - 5 - 7 - 11 - 13 - 17 - 19 - 23 - 29$
 $1 - 1 - 2 - 3 - 5 - 8 - 13 - 21 - 34 - 55$
 $41 - 43 - 45 - 47 - 49 - 51 - 53 - 55 - 57 - 59$
 $1 - 1 - 2 - 5 - 14 - 42 - 132 - 429 - 1430 - 4862$
 $3 - 21 - 17 - 22 - 16 - 4 - 7 - 12 - 9 - 21$

¿Has conseguido recordar los diez números en todas las series?
 ¿Te ha costado el mismo esfuerzo recordar unas y otras? ¿A qué se debe que unas te hayan costado más y otras menos? ¿Alguna la has recordado entera de modo «fotográfico», o la has reconstruido tras identificarla?

Seguramente algunas series te habrán resultado más fáciles de reproducir que otras, y no solo porque los números fueran mayores o menores —que también influye—, sino porque de alguna manera tú ya conocías esos números, y por tanto eras capaz de reproducirlos mejor. Has usado tu memoria de un modo muy eficiente. Seguramente la primera o la cuarta serie sean de las que menos te ha costado recordar. La primera comienza por dos y cada número es el doble del anterior, y en la cuarta se trata de diez números impares consecutivos, que comienzan por el 41. Sabiendo eso, resulta fácil reproducir la serie. Es posible que en diez segundos hayas sido capaz de reconocer los patrones en estas series y eso te haya permitido reproducirlas. Algunas personas reconocerán en esos diez segundos que la segunda serie está formada por los diez primeros números primos, o que la tercera serie está formada por los diez primeros números de la sucesión de Fibonacci. Pocas reconocerán la quinta serie, que está formada por los diez primeros números de Catalan, y no espero que nadie reconozca la última, en la que puse unos números cualesquiera, no demasiado grandes. En efecto, la capacidad de reproducir estas series de números depende un poco de la magnitud de los números,

porque la cantidad global de información es mayor en el caso de los números grandes. Por ejemplo, entre estas dos series de números sin relación aparente entre sí, existe una gran diferencia en cuanto a la facilidad para aprenderlos:

$$\begin{array}{c} 3 - 21 - 17 - 22 - 16 - 4 - 7 - 12 - 9 - 21 \\ 10489 - 20377 - 73482 - 22057 - 14721 - 4088 - 70234 - \\ 12476 - 936 - 25532 \end{array}$$

Es una cuestión de magnitud, efectivamente, cuesta más aprenderse los números grandes que los pequeños, porque son piezas de información más complicadas. Pero la verdadera diferencia reside en que sepamos reconocerlos o no. La siguiente serie también está compuesta por números grandes y es más fácil de reproducir que la anterior:

$$\begin{array}{c} 16486 - 16488 - 16490 - 16492 - 16494 - 16496 - 16498 - \\ 16500 - 16502 - 16504 \end{array}$$

Si ves estos números y sabes que tienes diez segundos para aprendértelos, puede que te paralice en un primer momento, pensando que es imposible, y abandones. Pero si te concedes un momento de calma, enseguida te das cuenta de que son números pares consecutivos, solo tienes que aprenderte uno, el primero, y luego avanzar de dos en dos. La cantidad de información a partir de la que podemos reproducir la serie es mucho menor que en el caso de unos números sin un patrón reconocible. Podríamos reproducir veinte, treinta o cien números si reconocemos qué números son y cuál es la regla para producirlos. Y esta es una diferencia fundamental entre expertos y no expertos a la hora de aprender algo que está en su campo de especialización.

Aquí confluyen dos mecanismos que están funcionando a la vez,

y que son accesibles a quien ya posee conocimientos sobre el campo de aprendizaje. El primero consiste en ser capaces de codificar la información con eficiencia, de manera que nos resulte más fácil reproducirla. No es lo mismo recordar que lo que tengo que reproducir son «cien números pares consecutivos comenzando por el 200» que recordar cien números distintos de tres cifras entre los cuales no encuentro ninguna relación. Como somos «expertos» en números pares, podemos reconocer un estímulo complejo (muchos números) como un patrón, un elemento de información sencillo. Alguien que posee cierto nivel avanzado de experiencia con los números ha reconocido antes la sucesión de los diez primeros números primos, o la de los números de Fibonacci, y la puede reproducir de inmediato. No es mayor capacidad de memoria, es experiencia, conocimiento. De algún modo, ser experto significa ser capaz de reconocer patrones. El segundo mecanismo consiste en ser capaces de relacionar lo nuevo que hay que aprender con el conocimiento que ya tenemos codificado en nuestro cerebro. Ese es el motivo de que, por ejemplo, a los hispanohablantes nos cueste menos procesar la expresión italiana «*sedia nera*» que la polaca «*czarne krzesło*»; ambas significan «silla negra», pero como la primera nos resulta mucho más próxima a nuestro propio idioma, los circuitos que necesitamos construir para recordarla se apoyan en los que ya tenemos, en nuestra experiencia previa. Por cierto, en chino «silla negra» se escribe 黑色椅子, sin duda más difícil de recordar para nosotros.

Ambos mecanismos, el de codificar de forma eficaz y el de conectar con conocimientos previos tienen puntos de contacto, pero son diferentes. Además, ambos se pueden entrenar y mejorar. La consecuencia más importante de estas consideraciones es que cuanto más sepamos, más eficaces serán nuestros aprendizajes. Es

un principio fundamental del aprendizaje y quizá la idea más importante que puedes sacar de este libro. Esto es algo en lo que los expertos están de acuerdo desde hace muchos años, y que ha sido confirmado por muchísimos experimentos. La incorporación de nuevos conocimientos se logra sobre todo relacionándolos con los conocimientos que ya tenemos. Y no es solo una cuestión de cantidad (tener muchos conocimientos previos), sino de calidad (tener esos conocimientos bien relacionados entre sí). Insisto una vez más: adquirir conocimientos previos, y saber relacionarlos entre sí, es fundamental para facilitar nuestros aprendizajes futuros.

Es una de las ventajas que tenemos los adultos sobre los niños a la hora de aprender. Ellos tienen un cerebro más plástico que nosotros, pero nosotros lo tenemos más estructurado, con mayor capacidad para incorporar lo nuevo a la red de conocimientos previos. La capacidad del cerebro del niño (y del adolescente) para construir nuevos recuerdos, nuevos aprendizajes, es mayor que la de los adultos; pero en cualquier caso esa desventaja adulta no es tan dramática como podría creerse, puesto que conservamos una capacidad de aprendizaje muy alta durante casi toda la vida para la mayoría de las disciplinas. Además, nuestra merma en la plasticidad cerebral queda compensada (con creces) por la red de conocimientos que hemos ido construyendo a lo largo de la vida. Los nuevos conceptos, datos y habilidades tienen más y mejor terreno sobre el que asentarse en el caso de los adultos que en el de los niños. La cantidad de información de la memoria de trabajo alcanza su pico en la adolescencia, pero su funcionamiento depende de una región del cerebro que madura unos años después, por lo general sobre los veinte. En ese momento nuestra capacidad de aprendizaje está en condiciones ideales. A partir de ahí, a los adultos nos resulta algo más costoso aprender que a los jóvenes,

pero eso no significa que no podamos seguir haciéndolo. De hecho, se ha demostrado científicamente que sí, que podemos desarrollar grandes aprendizajes prácticamente durante toda la vida. Por otro lado, los estímulos para aprender, los buenos ambientes de aprendizaje y los conocimientos almacenados a lo largo de los años sitúan a los adultos en una posición muy favorable para seguir aprendiendo ininterrumpidamente. Lo normal es que a mí me cueste menos aprender los rudimentos de la historia de Al-Ándalus que a mi sobrina de once años, pese a que la plasticidad de su cerebro es mayor que la mía. Si tuviéramos que estudiar ahora lo que aprendimos en la escuela y en el instituto, podríamos hacerlo mucho más deprisa y mejor que cuando lo hicimos hace ya unos cuantos años.

No todos tenemos la misma capacidad de aprendizaje, pero ¿existen grandes diferencias?

Como estamos viendo a lo largo de estas páginas, los factores que influyen en el aprendizaje son muchos, muy variados y muchos de ellos guardan relación entre sí. También estamos comprobando que el conocimiento científico que tenemos de estos factores nos permite manejarlos a nuestro favor, de modo que podamos garantizar procesos de aprendizaje muy satisfactorios la mayoría de las veces, siempre que hagamos las cosas bien. No hemos entrado a fondo en la cuestión de las diferencias innatas entre unas personas y otras, aunque sí hemos aludido superficialmente a ello en capítulos anteriores. ¿Hay gente más capacitada que otra para aprender ciertas cosas? ¿Hay personas que nacen con muy buena memoria y otras que por mucho que se empeñen nunca la tendrán?

Al analizar el experimento de los tableros de ajedrez hemos podido comprobar que algunas habilidades aparentemente

extraordinarias, como la increíble capacidad de los maestros de ajedrez para recordar la disposición de muchas de las piezas a mitad de partida, no se deben tanto a cualidades innatas como a la práctica acumulada a lo largo de miles de horas. Lo mismo ocurre con la memoria. Existen grandes memorizadores, personas con habilidades que nos dejan atónitos, que participan en programas de televisión, en concursos, y que batien récords de memoria que nos parecen sobrehumanos. Es difícil no pensar que el cerebro de estas personas es excepcional, y que una memoria así es poco menos que un don de nacimiento. Sin embargo, la realidad es menos espectacular, y más esperanzadora. Algunos de estos individuos que son capaces de memorizar literalmente miles de dígitos del número π o cadenas de palabras interminables, han sido sometidos a pruebas y estudios científicos, y la conclusión a la que han llegado es que su habilidad se debe a un buen sistema de memorización y a muchas horas de práctica. Más revelador aún resulta el hecho de que cuando se les asignaban tareas que no eran exactamente aquellas para las que se habían entrenado, estos individuos no gozaban de mayores ventajas que otras personas a las que podríamos considerar «normales». No tenían un don especial, ni una memoria prodigiosa, en sentido global, que les permitiera recordar cualquier cosa que se propusieran y lograrlo a un nivel muy superior al de la mayoría.

Ciertamente, no todos somos iguales ante el aprendizaje. Del mismo modo que las huellas dactilares de cada persona son únicas, del mismo modo que la distancia entre los ojos o la longitud de los labios varían ligeramente de un individuo a otro, nuestros cerebros, aun siendo esencialmente iguales, presentan pequeñas variaciones morfológicas individuales. La memoria de trabajo, por ejemplo, es levemente distinta en cada persona, al igual que ocurre con otras

características más evidentes. Estas diferencias son de índole genética, y lo cierto es que poco podemos hacer para lograr una mejora general o global de nuestra memoria de trabajo. Una de las pocas cosas que al parecer han demostrado ser altamente eficaces a la hora de mejorar la memoria de trabajo es la capacidad atencional, la concentración. Y sobre ella parece que sí que podemos hacer algo. En un exhaustivo estudio publicado en 2013, Michael Mrazek, de la Universidad de California, en Santa Barbara, y sus colegas Michael Franklin, Dawa Phillips, Benjamin Baird y Jonathan Schooler demostraron que la práctica de la meditación o *mindfulness* es una medida efectiva y eficaz para mejorar la memoria de trabajo y la capacidad de concentración. Sometieron a un grupo de estudiantes universitarios a un programa de dos semanas de entrenamiento en la práctica de la meditación y el *mindfulness*, y después compararon sus resultados con los de un grupo de control (que no había recibido dicho entrenamiento) mediante pruebas de comprensión lectora y exámenes estandarizados. Los resultados indicaban con claridad que el grupo que había sido entrenado en meditación era capaz de mantener mejor la concentración, se despistaba menos, aumentó la capacidad de su memoria de trabajo y logró mejores resultados en las pruebas. Este estudio influyó en otros posteriores que parecen indicar que las mejoras en la capacidad de concentración son susceptibles de producir a su vez algunas mejoras en habilidades cognitivas que se consideraban inmutables, como la capacidad de la memoria de trabajo o el coeficiente intelectual. El estudio de Mrazek y sus colegas demostró que la práctica de la meditación y el *mindfulness* (ellos prescribían entre diez y veinte minutos diarios) contribuye a mejorar la capacidad de concentración.

La memoria no es una habilidad que podamos mejorar de forma

general, para cualquier tipo de contenidos. Eso sí, trabaja de forma más eficaz cuando procesa información que está relacionada con la que ya tiene. Se conocen varios genes que tienen que ver de forma directa o indirecta con la capacidad del cerebro para modificarse, generar esas conexiones que codifican nuestros recuerdos y crear conexiones nuevas a partir de las cuales ocurren nuestros aprendizajes. Por supuesto, las diferencias genéticas entre individuos hacen que algunas personas tengan mejores condiciones para el aprendizaje que otras. Pero eso no quiere decir que estas últimas sean incapaces de aprender. Son muchos los factores que intervienen en nuestra capacidad de aprendizaje y en cómo la ponemos en práctica. Uno de ellos, ya lo hemos visto, es el ambiente de aprendizaje, los estímulos que recibimos para poder adquirir nuevos conocimientos y contar con la suficiente motivación. En este punto, lo importante es no rodearse de un ambiente pobre, falta de estímulos, ya que eso podría retrasar o dificultar nuestras capacidades de aprendizaje. Generar un ambiente en el que abunden los estímulos mejorará nuestra capacidad de aprendizaje hasta cierto punto.

Más allá de las diferencias innatas de cada cual, todos y cada uno de nosotros somos seres dotados para el aprendizaje. Nuestro cerebro posee unas capacidades magníficas, que el aprendizaje puede potenciar. Desde un punto de vista fisiológico, aprender es esencialmente modificar las conexiones entre grupos de neuronas. Los grandes grupos de conexiones son prácticamente idénticos en todos nosotros, y están preparados para funcionar desde el nacimiento. Después, a medida que vamos relacionándonos con nuestro entorno y exponiéndonos a diversos aprendizajes, vamos consolidando esas conexiones, generando otras nuevas y, algo muy importante, facilitando a nuestro cerebro la tarea de establecer más

y mejores conexiones. Esta es una de las ideas fundamentales de lo que se sabe sobre el aprendizaje. Lo diré una vez más: aprender es el mejor modo de facilitar futuros aprendizajes. Las diferencias genéticas entre unos y otros marcan ciertas tendencias, facilitan o dificultan la tarea, pero no son el único factor, ni siquiera el más esencial, susceptible de diferenciar nuestras capacidades para emprender aprendizajes de forma exitosa.

Dentro de los aprendizajes que me he propuesto abordar, aquel del que tengo más conocimientos previos y una red más tupida donde asentar lo nuevo es el de la geometría algebraica. A medida que voy progresando en este estudio, me doy cuenta de que hay conceptos matemáticos que conozco por mi experiencia previa y que ahora puedo ver aplicados en otro contexto. Eso me facilita el aprendizaje. También estoy descubriendo que hay estructuras y estilos de demostración de los resultados, tipos de problemas y preguntas que me resultan familiares. Esos son más sencillos de aprender para mí. Y no porque yo tenga una mente especialmente dotada para las matemáticas, sino porque ya poseo más conocimientos de matemáticas. Comparado con otras personas, soy un experto. Sé que, si tuviera que aprender esto mismo sin mis actuales conocimientos de álgebra y de otras disciplinas matemáticas, mis progresos serían mucho más lentos. Sin embargo, tener una buena visión global de la historia de Al-Ándalus me va a resultar más difícil que a otras personas, porque yo no poseo tantos conocimientos previos sobre la historia de España, o sobre la historia de las sociedades islámicas. Hay quienes tienen referentes de formas de organización, de estructuras sociales etc., a las que podrán incorporar lo que aprendan de la historia de Al-Ándalus. Yo no los tengo. Y eso no significa que, en términos generales, ellos sean más inteligentes que yo, o que yo lo sea más que ellos. Ni

quiera significar, y eso es importante, que yo esté más capacitado de forma innata para las matemáticas y ellos para la historia. Para lo que estamos más capacitados, cada cual en nuestro campo, es para aprender cosas nuevas relacionadas con esa materia en la que somos expertos, pero esa no es una habilidad innata sino adquirida y trabajada a través de la experiencia.

En cuanto a bailar salsa, he hablado con varios músicos sobre el tema de si hay gente con un talento innato para la música o el baile, porque yo siempre he creído que mi caso era exactamente el contrario: que soy un negado para todo lo que tenga que ver con la música. Mientras me documentaba para escribir este libro, todo lo que iba leyendo en artículos de investigación y en libros sobre el aprendizaje apuntaba en la dirección de que los condicionantes innatos no son tan determinantes. Es decir, que aparte de algunos casos extremos, tanto positivos como negativos, poseemos el suficiente talento innato para emprender la gran mayoría de aprendizajes. Mi convencimiento interno era que a mí se me da muy mal el ritmo, la entonación, etc., y que lo mío era una cuestión de nacimiento. Ante la contradicción que me surgió entre lo que leía y lo que sentía, acudí a varias personas que ejercen de músicos y también enseñan música a niños y adultos. Y ellos resolvieron mi duda: la literatura científica tiene razón, todos estamos dotados para la música en mayor medida de lo que casi todo el mundo cree. Como en otras cuestiones, lo que es realmente determinante es nuestro ambiente en la infancia, el tiempo y recursos que le dedicamos a una determinada disciplina (en este caso la música) cuando éramos pequeños, y las creencias y actitudes que hayamos desarrollado en nuestra formación. Estas conversaciones me hicieron echar la vista atrás y observar mi propia relación con la música. En mi casa nunca reinó un ambiente particularmente

musical. Recuerdo algunas canciones de mi madre, a mis padres escuchando algunos discos, y poco más. En la escuela no recibí formación musical, no tuve clase de música hasta la secundaria, y fue un solo curso, que no resultó especialmente positivo. Pero lo que hizo clic en mi memoria fue una escena del colegio que tenía prácticamente olvidada. Yo tendría siete u ocho años, y algún profesor llevó a toda la clase a una prueba para entrar en el coro del colegio. Allí, otro profesor nos pidió a cada uno de nosotros que cantáramos determinada canción que él acompañaba al piano. A mí la canción me sonaba de algo, pero no la conocía, seguramente no la había cantado nunca. Cuando llegó mi turno, intenté cantarla, pero el profesor-pianista me interrumpió a los cinco segundos con un «No vale, que pase el siguiente». Esos cinco segundos y esas seis palabras marcaron mi relación con la música durante toda mi infancia. En especial, dos de aquellas palabras —«No vale»— me causaron un gran impacto. Años más tarde, ya con diecisiete o dieciocho, aprendí a tocar un poco la guitarra, pero nunca a cantar, a bailar o a cualquier cosa que tuviera que ver con la música. Aún hoy en día me considero una persona poco dotada para la música, y cuando echo la vista atrás en mi pasado, me oigo a mí mismo diciendo un sinfín de veces «yo no tengo ritmo», «yo no tengo oído», o «aprendí a tocar la guitarra, pero en realidad la música no se me da bien, no valgo». Por suerte, cuando hablé con aquellos músicos, me convencieron de que no soy tan inútil para la música, de que el sentido del ritmo y el oído se pueden educar hasta alcanzar un buen nivel, y de que nunca es tarde para ponerse a ello. Así pues, he sido víctima de mis propios bloqueos, y de la creencia según la cual hay gente con habilidades innatas, y gente con carencias innatas. He de decir que descubrirlo me ha supuesto una cierta liberación, y que ahora afronto con más optimismo mi objetivo

de aprender a bailar salsa.

Otra buena noticia que proviene del hecho de saber que nuestros conocimientos previos contribuyen a que aprendamos cosas nuevas es que podemos allanar el camino a los nuevos conocimientos. Una buena forma de hacerlo consiste en reforzar aquello que ya sabemos y está relacionado con la materia que queremos aprender. Esta práctica resulta muy útil, pues al mismo tiempo que facilita el aprendizaje, aumenta nuestra motivación, en el sentido de la autoeficacia. Ganamos confianza para emprender el nuevo aprendizaje. Pongo un ejemplo sencillo: en mi caso, pensé que me convendría repasar algo de la historia de España (que ya conozco en parte) antes de aprender la historia de Al-Ándalus. Hacerlo fue una idea excelente. No solo me resultó más fácil entender y asimilar mis nuevos conocimientos sobre la historia de Al-Ándalus, sino que además reforcé la conexión entre mis conocimientos previos. Repasé parte de la historia de España con una nueva perspectiva y con una nueva intención. Aprendí mejor lo que ya sabía. Así pues, pude incorporar los nuevos conocimientos a una red más tupida. Confío en que, al haberlo hecho de este modo, la incorporación será más duradera y eficaz. Esta experiencia ha resultado muy interesante y reveladora, he experimentado en mis propias carnes algo que conviene hacer cuando afrontamos un aprendizaje nuevo: tratar de ir un paso atrás en una dirección que nos resulte familiar, algo así como coger carrerilla para ganar más impulso al comenzar. A partir de ahora incorporaré esta estrategia de forma más consciente a mi práctica docente.

Romper la burbuja

Me encanta escuchar música, y además de escucharla en aplicaciones en mi teléfono o en el ordenador, muchas veces veo

vídeos musicales en YouTube. Mi género favorito es el *death metal*: gente barbuda gritando con voces guturales, mucha distorsión y mucho ruido, hachas y fuego... No sé por qué, pero me gusta. El caso es que cuando yo escucho música de alguna de las bandas que me gustan a través de YouTube, el algoritmo de recomendación, basado en lo que yo suelo escuchar, me sugiere otros temas u otras bandas que me pueden gustar. Así, quizá esté viendo el último videoclip de Amon Amarth y el algoritmo me sugiere otro tema de esa misma banda, o algo de Arch Enemy o Hypocrisy, por ejemplo. Ese algoritmo me ha descubierto algunas canciones y grupos que yo no conocía y ahora están entre mis favoritos. Constituye una estupenda ayuda para encontrar lo que buscas, y para eso fue diseñado. Este algoritmo de recomendación de YouTube se basa en mi historial, así que nunca me recomendará canciones de salsa, bachata o merengue. Interpreta que eso está muy lejos de mis gustos, y en consecuencia no me lo ofrece. Si por el algoritmo fuera, yo no me enteraría de la existencia de Héctor Lavoe, Rubén Blades o Sonora Dinamita. Desde 2013 los algoritmos de recomendación basados en nuestro historial de navegación tienen un peso muy importante en los resultados que nos ofrecen los buscadores y otras aplicaciones, así que lo que internet nos muestra depende mucho de lo que ya hemos buscado antes. Esto ocurre no solo con la música o las películas, sino también con las noticias, anuncios y prácticamente con cualquier actividad a la que accedemos a través de internet y las redes sociales. Es lo que se llama el *filtro burbuja*, o también *burbuja de filtros*, uno de los fenómenos más estudiados en las redes, sobre todo por sus efectos sociales. Se cree que estas burbujas podrían influir en la polarización ideológica o en el desconocimiento mutuo entre diferentes sectores de la sociedad y los problemas que eso conlleva.

El filtro burbuja también guarda una estrecha relación con nuestra forma de aprender. Como hemos visto, cada vez que reforzamos nuestros conocimientos previos, estos se asientan con más fuerza en nuestro cerebro y se enriquecen, conectándose unos con otros y conformando nuestra propia visión del mundo. Ocurre algo muy parecido con el progreso científico. Las teorías y modelos del universo y de la vida en nuestro planeta se asientan cuando nuevos experimentos van confirmando sus predicciones. Confirmamos así el conocimiento que tenemos de la realidad y lo usamos para generar tecnología o solucionar problemas que nos afectan como especie. Cada vez que alguien enchufa un aparato a la corriente eléctrica, nuestro modelo de comprensión de la electricidad se ve confirmado de nuevo. Pero el progreso científico surge muchas veces de la ruptura de modelos previos, necesita lo inesperado, lo sorprendente. Nuestras teorías no son siempre completas, y a veces quedan huecos por rellenar. Para eso se diseñan experimentos y análisis que persiguen mejorar nuestra comprensión de los distintos fenómenos que estudiamos. En ocasiones los resultados de esos experimentos nos sorprenden, nuestros modelos son incapaces de explicarlos o incluso contradicen nuestro conocimiento previo. Ese es el motor que nos impulsa a generar nuevas explicaciones y a construir nuevos modelos que expliquen lo que ya sabíamos, y que además sean capaces de explicar los nuevos descubrimientos. Así se fueron sucediendo los distintos modelos del átomo, surgió la teoría de la relatividad de Einstein o la mecánica cuántica. No siempre basta con afinar los conocimientos y modelos que ya teníamos, también es preciso romper la burbuja para poder progresar.

Resulta bastante obvio que eso nos pasa a nosotros también, como individuos. Aprender no solo consiste en reforzar lo que ya

sabemos, sino también en ampliar nuestra visión del mundo. Y para enriquecerla, a veces tenemos que incorporar hechos, opiniones o conocimientos que no están previamente almacenados en nuestro cerebro, sino que van más allá de la experiencia que tenemos del mundo. Exponernos a situaciones a las que no estamos acostumbrados, asomarnos a disciplinas que nos resultan distantes, conversar con personas que llevan una vida muy distinta de la nuestra, conocer las razones de quienes opinan de forma muy diferente... son actitudes que van a mejorar nuestros aprendizajes. Las razones son varias. En primer lugar, al enfrentarnos a esas rupturas de nuestra propia burbuja, necesitamos contrastar lo que ya sabemos, y para ello lo repasamos de forma intencional, buscando las carencias y puntos débiles de nuestro conocimiento, de nuestro modelo de la realidad, o confirmando sus fortalezas. Esta actitud refuerza y profundiza el conocimiento que ya teníamos, no necesariamente para ratificarlo, pero sí para comprenderlo mejor. En segundo lugar, nuestros recuerdos se van afianzando en nuestro cerebro cuando contamos con distintas formas de acceder a estos, y en este sentido tener un árbol bien ramificado de conexiones en torno a un concepto, un dato o una idea, es mucho mejor que tener una única vía de acceso. Esto lo podemos comprobar cada vez que sentimos que tenemos algo en la punta de la lengua, el nombre de una persona, por ejemplo. Lo que hacemos es tratar de recordar datos que tienen que ver con esa persona, acceder a esa información por distintas vías. Al final es probable que encontremos el nombre que buscábamos, y es aún más probable que lo encontremos cuantas más vías de conexión diferentes tengamos con ese nombre. Por tanto, una forma de enriquecer los árboles de conexiones de nuestros conceptos es diversificar nuestro bagaje de conocimientos. Finalmente, otra ventaja de adquirir conocimientos

que rompan nuestra burbuja previa, que nos obliguen a replantearnos lo que sabemos, es que nos estimula a generar ideas nuevas. Este es el mecanismo fundamental de la creatividad, sobre la que hablaremos más adelante, al final del libro. La creatividad se basa en generar conexiones nuevas, en las que nadie, ni siquiera nosotros mismos, había pensado antes. Esas conexiones solo las podemos establecer entre informaciones que estén codificadas en nuestro cerebro, generamos lo nuevo a partir de los materiales que ya tenemos en la cabeza. Por tanto, adquirir conocimientos variados, distantes, diferentes entre sí, nos hace capaces de establecer conexiones inesperadas, nos hace capaces de ser creativos.

El campamento base

Quienes han subido montañas muy altas, como alguno de los catorce ochomiles del mundo, saben que no se puede subir desde abajo hasta arriba de una sola vez. Hay que establecer paradas intermedias, que se llaman *campamentos base*, desde las que afrontar cada parte del ascenso. En el campamento base se reponen fuerzas y, sobre todo, se aclimata el cuerpo a la altitud. Cualquier alpinista sabe que sin una buena aclimatación el cuerpo no responderá, incluso aunque físicamente sea capaz de hacer lo que le pedimos (subir a la cumbre). En nuestros procesos de aprendizaje existe algo parecido a esos campamentos base. Para hablar de ello utilizaré una historia que tiene relación, de nuevo, con tableros de ajedrez.

La Escuela Intermedia 318 de Brooklyn está situada en una zona deprimida del famoso barrio neoyorquino. Sus alumnos son de ambientes sociales vulnerables, y eso hace que sus dificultades escolares sean mayores que las de los alumnos de otras escuelas

del país. A esta escuela llegó Elizabeth Spiegel, una experta ajedrecista, y además una profesora entusiasta y muy capaz. Spiegel decidió implantar en la escuela un club de ajedrez. El buen hacer de la profesora y el empeño de los alumnos llevaron al club de ajedrez de la Escuela Intermedia 318 a la élite del ajedrez escolar en Estados Unidos. Fue un éxito increíble que llamó mucho la atención en los círculos ajedrecísticos y docentes. Muchas miradas se volvieron hacia esa escuela, hacia la profesora y hacia el club de ajedrez, e incluso se llegó a hacer una película sobre el tan inesperadamente exitoso club, titulada *Brooklyn Castle*. Los triunfos del club de ajedrez de la Escuela Intermedia 318 de Brooklyn eran una prueba fehaciente de que cuando se trabaja bien, los chicos y las chicas de ambientes más desfavorecidos pueden desarrollar sus capacidades hasta niveles altísimos. Muchas veces lo que lastra el avance de los alumnos que provienen de ambientes con dificultades no es la falta de capacidad, sino los pobres ambientes de aprendizaje en los que han de desenvolverse o las dificultades sociales y económicas. El club de ajedrez de la escuela 318 ganaba torneos y se medía de igual a igual con clubes de escuelas cuyos alumnos disfrutaban de la ventaja de vivir en familias acomodadas y culturalmente activas que se involucraban en su educación y estimulaban sus aficiones. Los chicos y las chicas de la 318 han sido campeones nacionales decenas de veces. Incluso uno de los chicos de la profesora Spiegel, James Black, obtuvo el rango de Maestro Nacional de Ajedrez otorgado por la federación estadounidense con solo trece años. Fue el tercer afroamericano en la historia que lo logró, y el más joven. Incluso llegó a ganar el campeonato nacional. Un muchacho que había demostrado tan espectacularmente una capacidad intelectual sobresaliente, un empeño y una voluntad inquebrantables, podría hacer lo que se

propusiera, pensaron en la escuela. Así, a propuesta de su profesora y con su ayuda, James se preparó para la exigente prueba de acceso al Instituto Stuyvesant, uno de los más prestigiosos del país. La prueba era dura, pero la voluntad de Black y la capacidad de Spiegel para ayudarlo y prepararlo a conciencia parecían a prueba de fracasos. No se trataba simplemente de que el chico tuviera una inteligencia excepcional, sino que, además, era constante, aplicado e inquieto. En cualquier película de Hollywood esta historia terminaría con James superando la prueba de acceso, abrazando agradecido a su mentora, la profesora Elizabeth Spiegel, y lanzando al aire su birrete en la graduación. Pero no fue así. Por desgracia, James no pudo superar la prueba y quedó fuera de Stuyvesant. Y aquí es donde interviene la teoría del campamento base.

James Black tenía carencias fundamentales en conocimientos escolares básicos que le resultaron imposibles de superar. Había lagunas de conocimiento que no pudo cubrir. No pudo ascender la cumbre de aquella prueba de acceso desde el nivel del mar de su pobre formación escolar básica. Seguramente los chicos y las chicas que sí superaron aquella prueba no serían rival para James en un torneo de ajedrez. Pero el ajedrez y una prueba de conocimientos generales son cosas radicalmente distintas. El ajedrez es muy especializado y no descansa sobre bases externas a su propio funcionamiento. La capacidad lógica y de observación, la capacidad de análisis de patrones que se adquiere mediante horas de práctica, son suficientes para convertir en experto a alguien con dedicación y con una mente despierta y una voluntad constante como las de James Black. Las habilidades de planificación o de análisis que necesita un campeón de ajedrez pueden construirse a base de practicar el juego y otras actividades relacionadas. Pero el

nivel de conocimientos generales, integrados en un cuerpo de conocimiento global, que requiere una prueba como la de Stuyvesant debe construirse poco a poco desde la infancia. Se necesita una aclimatación paulatina, un ascenso por etapas, una sucesión de campamentos base de conocimientos previos que demanda una prueba exigente de acceso a la secundaria. Las ciencias se apoyan en nuestros conocimientos matemáticos, y las matemáticas avanzadas descansan sobre las básicas. Nuestra capacidad de aprender historia, lengua o literatura dependen en buena medida de nuestro acceso a las primeras letras, que a su vez cimentan nuestra comprensión lectora, que está en la base de casi todo. Mientras los otros aspirantes a Stuyvesant, chicos y chicas de familias de clase media o acomodada, realizaban actividades con sus familias, leían libros o acudían a museos o a ver obras de teatro, iban adquiriendo unos conocimientos, unas bases, sobre las que pudieron construir la preparación para la prueba de acceso. La infancia de James fue distinta, llegó a la adolescencia con muchas lagunas en geografía o cultura general, y no pudo suplirlas. Una voluntad de hierro y una mente inquieta y despierta son esenciales para el aprendizaje. Si las acompañamos de conocimientos previos, de «saber cosas», entonces nuestras posibilidades son virtualmente infinitas. El caso de la Escuela 318, de la maravillosa profesora Elizabeth Spiegel y de su estrella del ajedrez James Black nos enseña la importancia de alimentar nuestro cerebro de conocimientos, datos y experiencias que nos permitan construir aprendizajes poderosos.

Por otro lado, la información por sí misma no es suficiente, una gran cantidad de datos no sustituye al conocimiento. La mera acumulación no lo es todo. Es preciso poder razonar, abstraer, generalizar. Ese es el papel que desempeñan, entre otras, las

estructuras a las que nos hemos referido cuando hablábamos de la neurona Jennifer Aniston. Existen personas que pese a tener capacidades memorísticas o calculísticas extraordinarias, no son capaces de desarrollar razonamientos relativamente simples. Daniel Tammet es una de ellas. En sus libros *La poesía de los números* y *Nacido en un día azul*, Tammet cuenta cómo es capaz de recordar miles de decimales del número π . Entre sus proezas se cuenta la de haber recitado de memoria más de 22.500 dígitos de π durante cinco horas seguidas, algo fuera del alcance de casi cualquier otro ser humano. Es capaz de hacer multiplicaciones de números de varias cifras al instante, y su familiaridad con todo lo que tiene que ver con los números resulta asombrosa. Según cuenta él mismo, identifica los números con paisajes y colores. Luego recorre esos paisajes, y los números brotan de aquellos en el orden correcto. Tammet también posee una gran habilidad para las lenguas, habla diez idiomas, e incluso logró aprender islandés en una semana. Sin embargo, pese a esas espectaculares habilidades que le han granjeado la fama de *genio matemático* y lo han llevado por las televisiones de todo el mundo, Daniel Tammet no es particularmente bueno con las matemáticas, más bien al contrario. Apenas puede resolver ecuaciones sencillas de las que aprendemos en la escuela, y su capacidad de abstracción es muy limitada incluso para un nivel básico de matemáticas. No basta con tener la información disponible, hace falta saber qué hacer con ella.

Hay casos similares al de Tammet o incluso más espectaculares, como el de Solomon Shereshevskii, o el del famosísimo Kim Peek, que inspiró la película *Rain Man*, y que era capaz de recordar datos inverosímiles, pero a su vez era prácticamente nulo para los razonamientos más simples. Estas personas cuyas memorias nos dejan estupefactos, con unas capacidades que nos parecen

sobrehumanas, constituyen la prueba de que conocer no es solo almacenar datos, sino, sobre todo, elaborar razonamientos. Generar conceptos es lo que caracteriza la mente humana. Sin embargo, esta afirmación no debe llevarnos a desdeñar la adquisición de datos o a despreciar la memorización. Los esfuerzos memorísticos nos permiten enriquecer nuestro material de base sobre el que creamos el pensamiento. Almacenar información es muy importante para el aprendizaje, no nos llevemos a engaño. Solo llegaremos a disfrutar del enorme potencial de nuestro conocimiento si somos capaces de razonar a partir de lo que sabemos, de relacionar entre sí nuestros conocimientos y de elaborar conceptos complejos, abstractos, generales, de los que solo nuestra especie es capaz.

Pero la idea del campamento base plantea —seguro que lo has pensado— una pequeña dificultad. A la hora de afrontar un aprendizaje más o menos sistemático conviene preguntarse «¿cuál es mi campamento base?, ¿cuál es mi punto de partida?». Esta no es una pregunta fácil de responder, sobre todo si nuestra experiencia previa en el tema no es muy profunda. Además, la respuesta variará conforme vayamos avanzando en el aprendizaje, no solo porque sabremos más, sino porque tendremos una impresión más acertada acerca de lo que ignoramos. Es tan importante saber qué sabemos como intuir qué es lo que no sabemos. En psicología, esta relación entre lo que sabemos y lo que creemos saber se ha descrito como el *efecto Dunning-Kruger*. Según este efecto, las personas que tienen pocos conocimientos de un tema suelen sobrestimar su propio conocimiento, mientras que las que sí tienen cierto dominio del tema suelen subestimarlos. La Figura 4, que representa la curva del efecto Dunning-Kruger, nos ofrece una descripción más completa de cómo varía la relación entre el conocimiento percibido y el conocimiento real. En esta curva

vemos cómo, efectivamente, al principio se observa un pico de confianza en los propios conocimientos, aunque la habilidad personal sea baja. Poco después, al alcanzar un nivel de competencia un poco mayor, nuestra confianza desciende en picado hasta lo que se denomina el «valle de la desesperación». Más adelante entramos en una fase de ajuste, durante la cual poco a poco vamos siendo más conscientes de nuestra competencia a medida que esta aumenta.

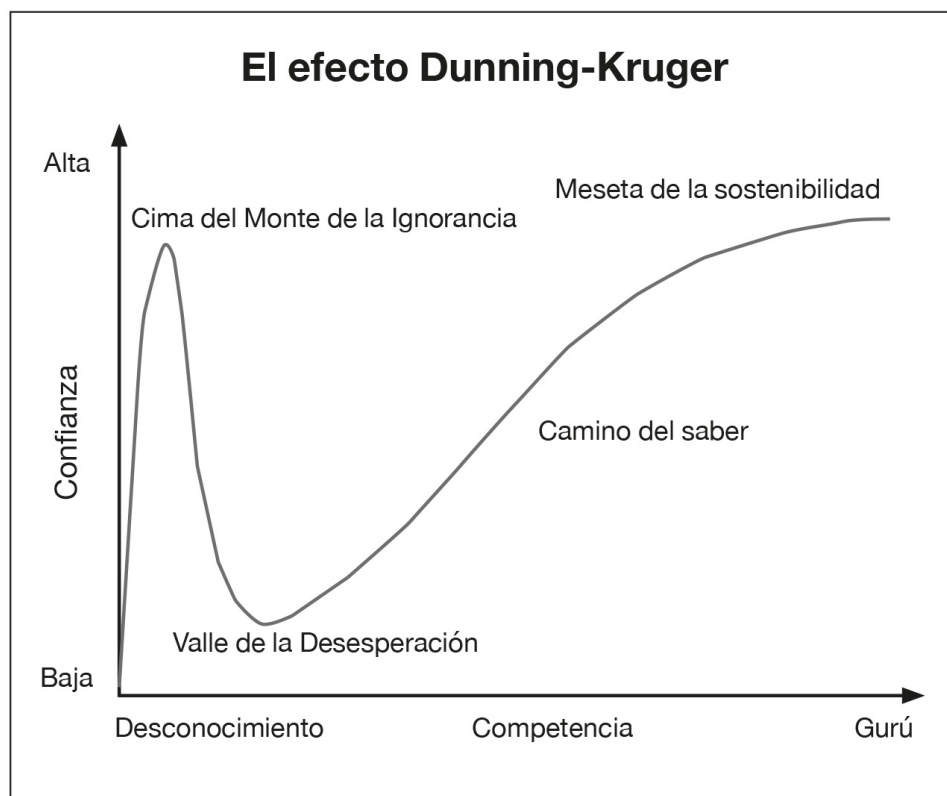


Figura 4. La curva del efecto Dunning-Kruger. cuando empezamos a saber de algo nos parece que dominamos el tema, pero pronto nos damos cuenta de lo poco que sabemos.

Puede parecer un relato algo simple, y los expertos hacen distintas lecturas de este efecto y la curva que acabamos de describir. Las causas por las que se produce el desajuste entre lo

que sabemos y la confianza en nuestros conocimientos son muy variadas. A veces se trata de un simple efecto estadístico, y otras es una mera cuestión de equilibrio entre arrogancia y humildad. Lo cierto es que ser conscientes de nuestro nivel de competencia, y tener una cierta idea de lo que sabemos y de lo que no, puede ayudarnos a planificar y a desarrollar nuestros procesos de aprendizaje.

A veces ocurre que descubrimos estos desajustes entre lo que sabemos y lo que creemos saber y nos damos cuenta de que no evaluar bien nuestro nivel de competencia nos puede estar impidiendo avanzar adecuadamente. Cuando esto sucede es preciso volver a un campamento base menos avanzado, y aprovechar este hecho para aprender mejor. En los aprendizajes que he emprendido mientras escribía este libro, he tenido que desandar el camino y recomenzar en un campamento base más bajo, precisamente en el ámbito en el que todo me resultaba más familiar: la geometría algebraica. Es un poco sonrojante reconocerlo, pero no medí bien. Pensaba que la base matemática que tenía me permitiría poder afrontar, más bien pronto, tareas y conceptos medianamente complicados. Al poco me vi en la necesidad de repasar continuamente algunos conceptos básicos que creía más asentados, de modo que decidí pausar momentáneamente el progreso de las cuestiones más avanzadas y retomar un libro básico. Repasar los conceptos más fundamentales para asentarlos mejor. Fue una lección de humildad, y a la vez una decisión muy acertada. Ese paso atrás ayudó de verdad a coger carrerilla para más adelante. Repensé dónde estaban mis conocimientos y logré afianzar mejor el campamento base, lo cual me permitió ascender con más soltura y de forma más provechosa. Además, me permitió darme el gusto de repasar viejos conceptos y redescubrirlos a la luz

de la experiencia de años de trabajo matemático. Borges tenía mucha razón cuando decía que es importante leer, pero más importante aún es releer.

Yo he tratado más de releer que de leer, creo que releer es más importante que leer, salvo que, para releer, se necesita haber leído.

Releer nuestros aprendizajes, volverlos a aprender, visitar los campamentos base no es tiempo perdido. A menudo es lo que nos brinda la ocasión de emprender mejores y más placenteros aprendizajes posteriores.

¿La práctica hace al maestro?

La práctica no logra la perfección. Solo la práctica perfecta logra la perfección.

VINCE LOMBARDI,
entrenador de Fútbol Americano

En teoría, no hay diferencia entre la teoría y la práctica. En la práctica, sí que la hay.

YOGUI BERRA,
entrenador de béisbol

Hay una dibujante catalana que me encanta. Se llama Pilarín Bayés y es conocida principalmente como ilustradora de cuentos infantiles. Además, Pilarín es una persona maravillosa, vital, divertida, un poco alocada y con una sabiduría muy particular. Tiene una manera muy inteligente de mirar la vida. En cierta ocasión alguien le pidió consejo para aprender a dibujar. Pilarín respondió que lo único que había que hacer era quitarse de la mano los dibujos malos. Que una vez que uno se ha deshecho de los malos, comienzan a aparecer los dibujos buenos, y a partir de ahí, uno se da cuenta de que sabe dibujar. Lo que ocurre es que nadie sabe cuántos dibujos malos tiene en la mano. Hay gente que tiene cien y hay quien tiene cinco mil. Por eso conviene quitárselos cuanto antes. Es una forma divertida de explicar el valor de la práctica en el aprendizaje. La

práctica es una de las formas de ejercitar, modificar y construir nuestra memoria y, por tanto, nuestros aprendizajes. Pero no basta con la mera repetición. Para que la repetición se convierta en práctica y sea constructora de aprendizajes duraderos, debe reunir ciertas características.

Las diez mil horas

Uno de los ensayos más populares de la primera década del siglo xx se titula *Outliers. La historia del éxito*. En este ensayo su autor, Malcolm Gladwell, se hace eco de algunos estudios en los que se estima que para llegar a ser un experto en alguna disciplina hacen falta unas diez mil horas de práctica. Esta estimación se hizo muy famosa y también fue objeto de muchas críticas. En realidad, cualquier cifra que se dé en este sentido y que se pretenda universal seguramente estará equivocada, no hay una cantidad universal de horas de práctica para cualquier disciplina y para cualquier individuo. El éxito del aprendizaje, convertirse en experto, no depende exclusivamente de la cantidad de horas de práctica que acumulemos. No todas las personas necesitan las mismas horas ni todas las disciplinas son iguales en este aspecto. En todo caso, está claro que la práctica es importante y que no cualquier práctica resulta igual de efectiva. Para que la práctica sea productiva en el sentido de originar aprendizaje, tiene que estar encaminada expresamente al aprendizaje, ha de ser intencional, deliberada. Veamos en detalle qué significa esto.

Lo primero que necesitamos para que nuestra práctica contribuya al aprendizaje es que exista retroalimentación, *feedback*. Y que se dé en el momento adecuado, lo cual, para la mayoría de los aprendizajes, significa cuanto antes. Si estoy ensayando una determinada canción con la guitarra, o unos lanzamientos a canasta

desde la línea de tres en una pista de baloncesto, cada uno de mis intentos tendrá un *feedback* inmediato. Puedo comprobar si suena a lo que quiero que suene o si encesto el balón en la canasta. Así, iré ajustando mi gesto, modificando la acción de mis músculos. Si estoy resolviendo problemas de matemáticas, puedo comprobar la solución (si la sé o la sabe alguien como mi profesor o el libro con el que estoy estudiando). Pero hay ocasiones en que esa retroalimentación no está al alcance, no resulta fácil de obtener o no se obtiene a tiempo. Imagina que estoy lanzando balones a canasta en series de diez lanzamientos, sin ver si he enceestado o no, y no me dan el resultado hasta que no he terminado la serie de diez, y entonces me dicen cuántas he enceestado y cuántas no, y cuáles. Me dicen, por ejemplo, que he enceestado el primer, el quinto y el sexto intento, y que he fallado los demás. Después lanzo los siguientes diez, y así sucesivamente. Si la información sobre mis lanzamientos la obtengo así, el aprendizaje me resulta más difícil, porque no puedo modificar mis movimientos basándome en el intento inmediatamente anterior. No puedo aprovechar cada intento para mejorar. En tales casos, si no puedo obtener *feedback* o no puedo obtenerlo a tiempo, la práctica por sí misma puede ser incluso contraproducente, podría llegar a hacerme adquirir vicios o errores que pueden comprometer aprendizajes futuros, porque cada práctica errónea fortalece en mi cerebro las conexiones que me llevarán a ejecutarla de la misma forma (errónea) la próxima vez. Practicar mucho de esta forma puede dificultarme reaprender de la forma correcta, porque tendré que modificar un esquema que ya está muy asentado en mí.

Otra característica que debe tener la práctica continuada es la de brindarnos la posibilidad de modificar nuestros intentos futuros para hacerlo mejor. Imagina que lo que quieres es aprender a lanzar un

dado de forma que siempre obtengas un seis. Por mucho que practiques, si no controlas el resultado del dado, no puedes aprender nada. Y como el dado es puro azar, ahí no hay nada que aprender, no hay nada que tú puedas hacer para mejorar tras cada intento y acercarte a la forma de sacar siempre seis. El resultado de cada intento está claro, obtienes un *feedback* inmediato, pero esa práctica no te sirve para nada. Una práctica útil debe tener un objetivo que podamos describir, que podamos medir, y gracias al cual también podamos medir nuestros progresos. Para poder alcanzarlo tenemos que poder evaluar en qué medida los sucesivos intentos se aproximan a nuestro objetivo. En primer lugar, he de saber qué significa hacerlo mejor, en segundo lugar, he de saber qué es lo que debería hacer para conseguirlo, y finalmente he de saber si soy capaz de hacerlo. Es posible que la respuesta a estas tres cuestiones no esté en mi mano, y para dirigir mi práctica necesite la ayuda de un experto, de un entrenador, de un profesor. La planificación correcta de las prácticas y su contribución a la mejora de nuestro aprendizaje es probablemente una de las facetas más importantes de la enseñanza.

Una pequeña puntualización que cabría hacer con respecto a la práctica y su evaluación es que en muchas ocasiones nuestros sucesivos intentos no nos aportarán, todos y cada uno de ellos, mejoras continuas. Puede ocurrir que lo que nos salía bien ayer, hoy no nos salga tan bien. Esto sucede a menudo en el deporte, pero también en otras disciplinas. Es importante establecer bien los periodos de evaluación de la práctica. Quizá hoy no lo hago mejor de como lo hacía ayer, pero puede que con el paso de los meses (el periodo dependerá de lo que esté haciendo) note las mejoras fruto la práctica. De hecho, es muy probable que, tras algún intento particularmente bueno, los siguientes nos decepcionen. Este

fenómeno tiene una explicación perfectamente matemática, y suele conocerse como *regresión a la media*. Imagínate que estoy observando el progreso en los tiros a canasta de alguien que está aprendiendo a jugar al baloncesto. Llevo un año observándolo y he comprobado que el ritmo de mejora ha sido de un dos por ciento por semana. Quizá la primera semana metió diez tiros de cada cien, la siguiente semana doce tiros de cada cien, y así sucesivamente. Por supuesto, ese ritmo de mejora no ha sido constante durante todo el año, hubo semanas excepcionalmente buenas y otras excepcionalmente malas, pero de media, el progreso ha sido positivo. Pongamos que tal vez en la semana quinta su mejora fue de un espectacular diez por ciento, un incremento muy superior a la media. Seguramente en semanas posteriores sus progresos fueron más modestos, y eso pudo decepcionarlo. Un buen entrenador lo tranquilizará porque sabe que es la media a largo plazo la que mide el progreso, y que tras unos datos muy superiores a la media vendrán datos peores, precisamente por ser los primeros tan excepcionalmente buenos.

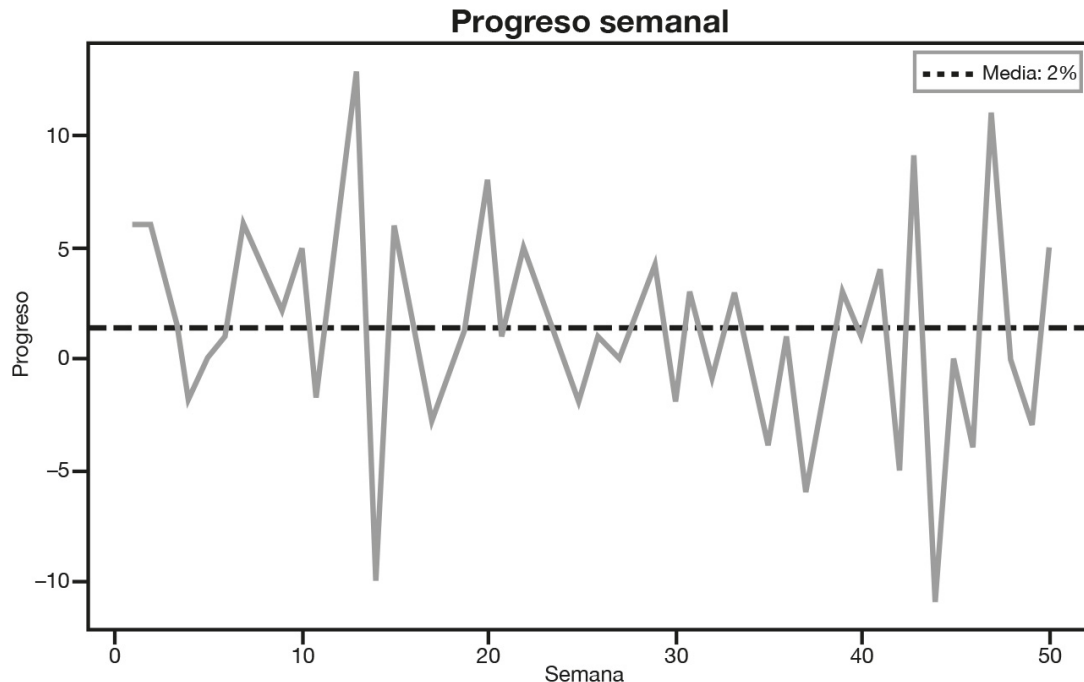


Figura 5. La regresión a la media nos dice que, tras un intento extraordinariamente bueno, vendrán otros no tan positivos. No debemos decepcionarnos por ellos, y mantener la mirada en el largo plazo.

Fíjate en la gráfica de la Figura 5: tras cada semana excepcionalmente buena, viene una semana peor, y tras una semana muy mala, la siguiente, en comparación, es muy buena. Globalmente, la media del progreso es del 2 por ciento. Se da un progreso continuo, pero eso no significa que todas las semanas el progreso sea el mismo.

Finalmente, otro factor que debe incluir la práctica para ser útil es que podamos llevarla a cabo en situaciones que impliquen un cierto reto a nuestras habilidades. No hace falta que esto sea así en todos los intentos, pero cuando un intento supone un reto que lleva asociado un cierto riesgo, aguzamos nuestros sentidos para analizar lo mejor posible cada aspecto de ese intento. No es lo mismo hacer

un ejercicio que un examen. La práctica resulta más útil cuando te exige poner tus habilidades al límite. En el momento en que percibimos que una situación es relevante o decisiva, nuestros mecanismos de atención se activan al máximo, y nuestros sistemas emocionales se implican en la búsqueda de soluciones al problema que se plantea o al logro que queremos conseguir. Esa búsqueda repasa las estructuras de recuerdos y conocimientos a fin de hallar aquellos que puedan resultar útiles para la situación planteada. Entonces nuestro cerebro refuerza especialmente aquellas estructuras que considera más útiles, y fija esos recuerdos con fuerza, con más fuerza que en cualquier otra situación que requiera una menor implicación de los mecanismos de atención y de los sistemas emocionales. Es cierto que hay habilidades que se adquieren a base de repetición, y que eso crea un fondo, una base, que es conveniente tener. Pero la práctica que produce mejores resultados es la que se da cuando fuerzas tus capacidades o cuando eliges el modo de practicar más acorde con tus debilidades. A este respecto puede resultar muy útil la ayuda de los expertos, de profesores, entrenadores, etc. No solo que puedan darte el *feedback*, la evaluación del resultado de tus intentos, sino que son capaces de identificar dónde estás fallando y porqué, y entonces sugerirte nuevos ejercicios, entrenamientos, problemas, que te permitan practicar precisamente las partes que más necesitas reforzar. Esta es una de las cosas que distinguen a un buen profesor de otro que no lo es.

¿Basta con practicar?

Una vez que sabemos que la práctica deliberada, enfocada directamente al aprendizaje, es la que efectivamente puede consolidarlo, la siguiente pregunta es: «¿Basta con eso?». Es decir,

si practico lo suficiente, con la supervisión de un buen experto, ¿puedo llegar a ser yo mismo un experto en cualquier cosa? La respuesta, como ya debes de imaginarte, es *no*. Y esto es algo que también se ha estudiado. En 2014, los investigadores Brooke Macnamara, David Hambrick y Frederick Oswald llevaron a cabo un estudio sobre qué parte del desempeño en distintos tipos de habilidades puede explicarse por la práctica deliberada. Hicieron lo que se conoce como metaanálisis, es decir, seleccionaron decenas de trabajos sobre el tema y analizaron qué conclusiones globales se podían extraer. Los resultados obtenidos indicaban que el papel que desempeña la práctica depende mucho de la disciplina. Comprobaron que la práctica deliberada podía explicar un 26 por ciento de las diferencias en cuanto al desempeño en juegos, un 21 por ciento en música, un 18 por ciento en deportes y solo un 4 por ciento en educación y un uno por ciento en el ejercicio profesional. Es decir, el grueso de la diferencia obedece a otros factores, sobre todo en los dos últimos ámbitos estudiados.

¿Qué quiere decir esto? Está claro que la práctica deliberada mejora nuestros aprendizajes. Lo cual no contradice el estudio de Macnamara y sus colegas: si practicas para aprender, y lo haces bien, aprenderás. Lo que indica el estudio es que no es del todo cierto que, a más práctica, más aprendizaje, es decir, que exista una correspondencia directa. Esto es así hasta cierto punto, pero es que además intervienen otros factores. Uno puede aprender practicando, sí, pero ¿hasta dónde?, ¿cuán bueno puedes llegar a ser? Depende de otros factores además de la cantidad de práctica (deliberada) que acumules. La profesora Macnamara y sus colegas identificaron varios de estos factores. Uno lo constituyen los propios niveles de capacidad, tanto general como específica. Las personas tenemos distintos niveles de lo que se conoce como «inteligencia general», y

también distintos niveles de capacidad en habilidades específicas, ya sean físicas o intelectuales. Nuestras diferencias de nacimiento y el modo en que hayamos evolucionado en nuestra vida nos hacen distintos a la hora de abordar según qué aprendizajes. Hay personas con buena predisposición para ciertos deportes o para algunos tipos de razonamiento, y eso les va a permitir avanzar más en los aprendizajes. Estas diferencias se ven incluso en deportes en los que la práctica resulta tan decisiva, como en el atletismo. Hay muchos atletas que entrenan tanto y tan bien como el campeón del mundo de maratón. Pero la capacidad del cuerpo de los grandes campeones para asimilar el entrenamiento, para recuperarse o para resistir las lesiones, marca grandes diferencias; también su capacidad de sufrimiento o de concentración y su resistencia mental al desánimo durante la carrera. Un elemento destacado de estas capacidades personales a la hora de emprender múltiples aprendizajes es la capacidad de la memoria de trabajo, que es fundamental para aprender, y puede variar bastante de una persona a otra, aunque ya hemos visto que, si entrenamos la atención y la concentración, podemos acrecentarla. Otro factor importante son los conocimientos previos, el bagaje que cada cual trae consigo antes de comenzar un determinado aprendizaje. Como hemos visto, los nuevos conocimientos adquiridos se encajan en los que ya tenemos, y cuanto más y mejores sean estos, cuanto más interrelacionados estén entre sí, mayor será nuestra capacidad de aprendizaje. Un tercer factor importante es el ambiente en que se produzca el aprendizaje, incluido el ambiente en el que se desarrolla la persona, sus niveles de estrés y ansiedad, por ejemplo, o la serenidad y dedicación con la que pueda centrarse en la tarea de aprender. Los niños y las niñas de familias con un buen nivel cultural, normalmente (considerando valores similares con respecto a otras variables)

aprenden mejor y obtienen mejores resultados escolares que aquellos en cuyas familias no tienen acceso o no valoran la lectura, la música o la conversación. Una persona que no interviene en conversaciones o que no las presencia, tiene un vocabulario más reducido y una menor capacidad para procesar el pensamiento.

Finalmente, la diferencia en los niveles de aprendizaje de individuos distintos que han tenido un nivel de práctica parecido también depende de cuál sea la disciplina en cuestión. Y ahí hay que tener en cuenta un elemento importante, que los expertos denominan «nivel de predictibilidad» de la disciplina. Es decir, a cuántas opciones distintas se enfrenta quien realiza una tarea, o cuán variables son las condiciones en las que realizamos esa tarea. Por ejemplo, el nivel de predictibilidad a la hora de gestionar una emergencia de aviación es bajo, pueden pasar muchas cosas distintas en un entorno al que no estamos acostumbrados. Podemos prepararnos hasta cierto punto para saber cómo actuar, pero habrá factores que no podamos predecir, y además no tenemos muchas ocasiones de practicar (por suerte). En el otro extremo, un deporte como correr tiene un nivel de predictibilidad muy elevado. No presenta una gran variedad de situaciones, puede que en función de la orografía o de la estabilidad del terreno tengamos una experiencia distinta, pero básicamente sabemos cómo actuar y predecir lo que sucederá. En el primer caso, el de la emergencia de aviación, la práctica será un factor poco determinante para el nivel de destreza, y en el segundo caso, el del atletismo, por el contrario, será bastante determinante.

Uno de los lectores de Gladwell, el autor de la teoría de las diez mil horas, es el músico Paul McCartney, que fue bajista de los Beatles y compositor de muchos de sus temas. McCartney también comentó su lectura de *Outliers* en una famosa entrevista. En el libro,

Gladwell cita el éxito de los Beatles dentro de los ejemplos de las diez mil horas de práctica para ser experto en algo. A Paul McCartney el libro le pareció interesante, pero no estaba totalmente convencido de las tesis del ensayo de Gladwell. No le convencían del todo ni la cantidad excesivamente exacta —diez mil horas—, ni el hecho de que la práctica sea el factor determinante en un éxito como el suyo, que él atribuía, además de a la práctica, a otros factores como la personalidad de los individuos, cuándo y dónde nacieron o, simplemente, las oportunidades con que contaron. Parece que su experiencia está más en consonancia con las conclusiones de Macnamara y sus colegas. McCartney dice además algo que seguramente nos resulte obvio a todos: «Creo que, si observas a un grupo que ha sido exitoso, siempre encontrarás una gran cantidad de trabajo detrás. Pero no creo que pueda considerarse una regla que, si practicas cierta cantidad de horas, tendrás tanto éxito como los Beatles». En matemáticas diríamos que la práctica es una condición necesaria pero no suficiente para el éxito.

En los aprendizajes que estoy realizando mientras escribo este libro la práctica resulta importante, por supuesto, pero a niveles muy diferentes. De todos ellos, el que menos se basa en la práctica es mi adquisición de conocimientos sobre la historia de Al-Ándalus. Y uno de los que más dependen de la cantidad de horas de práctica que le dedique es sin duda aprender a bailar salsa. Me sigo viendo torpe con este tipo de baile (con todo tipo de bailes, en realidad) y miro con envidia a la gente que baila bien de un modo tan natural. Ya sabemos que la habilidad (o inhabilidad) para el baile no es algo innato en la mayoría de los casos, y sin embargo oímos muy a menudo eso de que algunas personas o colectivos «lo llevan en la sangre». Y no, no lo llevan en la sangre más de lo que lo puedo

llevar yo, la cosa tiene que ver más bien con la práctica. Lo que ocurre es que hay personas que se han criado en ambientes en los que tanto cierto tipo de música como el baile están muy presentes, de modo que no solo tienen mucha más práctica previa que alguien que se haya criado en un lugar donde el baile está menos presente, sino que además el ambiente favorece mucho su aprendizaje. Cuando un niño o una niña nacidos, por ejemplo, en Barranquilla (Colombia) cumple quince años, ya ha oído muchas más horas de salsa y ha bailado muchas más veces de las que yo pueda llegar a escuchar o bailar jamás. No es una cuestión genética, es sobre todo una cuestión de ambiente, de una práctica vivida desde pequeños. Eso hace que yo en veinte horas de aprendizaje y práctica deliberada pueda alcanzar un nivel muy inferior al que puede alcanzar otra persona que, aunque nunca le haya prestado demasiada atención al baile, haya vivido siempre en un ambiente donde el baile está presente. Sus horas de práctica seguramente deben de contarse por miles.

La práctica es importante en todos los aprendizajes, al menos cuando se trata de aprendizajes que luego queremos reproducir, de los que incorporamos a nuestro catálogo de habilidades y conocimientos. A veces nos engañamos al pensar que los aprendizajes de tipo conceptual no necesitan recurrir a la práctica, mientras que los aprendizajes de habilidades sí lo precisan. Todos estaremos de acuerdo en que no puedo aprender a tocar el piano o la guitarra solo con fijarme en cómo alguien lo hace. Por muy didáctico que resulte, después de observar las posiciones de las manos y los dedos mientras alguien está tocando notas y acordes, no creo que sea capaz de reproducir lo que acabo de ver y escuchar. Es obvio. Sin embargo, ya no nos parece tan obvio cuando nos referimos a aprendizajes más conceptuales (incluso

aunque tengan un componente práctico) como las matemáticas o la programación de ordenadores. Llevo muchos años enseñando programación a estudiantes de primer curso de Ingenierías y Matemáticas y muchas veces he hecho un experimento para demostrar a mis estudiantes que no es lo mismo, ni de lejos, entender cómo se hace algo que incorporarlo, aprenderlo y reproducirlo. En un momento dado del curso yo resolvía cierto ejercicio de dificultad media en la pizarra. Lo hacía despacio, explicando cada paso con cuidado, comprobando a cada momento si todo el mundo, o cuando menos la mayoría de los alumnos, estaba entendiendo el procedimiento. Una vez terminada la explicación, y después de dejar un tiempo para resolver las posibles dudas que hubieran podido surgir, les decía a mis estudiantes que íbamos a hacer otro ejercicio, que pasaran página en sus cuadernos y se dispusieran a hacer el siguiente. Entonces les pedía que, sin mirar sus apuntes inmediatamente anteriores, resolvieran exactamente el mismo ejercicio que acabábamos de hacer. El mismo, exactamente el mismo. Lo acabábamos de hacer, habíamos pasado por el procedimiento de forma consciente, despacio, entendiendo cada parte. El resultado era que un buen número de estudiantes no eran capaces de realizar el ejercicio por sí mismos. Invariablemente, año tras año, clase tras clase, el resultado era siempre igual. No es que fuera particularmente difícil o exigiera conocimientos nuevos que hubiéramos visto solo para ese ejercicio, pues ya habíamos hecho muchos parecidos. Es una forma un poco cruel de darse cuenta de que entender no es lo mismo que incorporar, que estar capacitado para hacerlo. Hace falta intentarlo y fallar, hace falta practicar. También cuando se trata de conocimientos conceptuales. Programar no es tocar la guitarra, pero igual que a tocar la guitarra, a programar no se puede aprender

solamente mirando y entendiendo.

Este ejemplo del programa tiene que ver con algo que veremos en el último capítulo acerca de la necesidad de comprender y elaborar para aprender. Por decirlo de forma abreviada, muchos de nuestros aprendizajes dependen de que nos enfrentemos a una tarea involucrándonos en ella de forma activa. Cuando mis estudiantes atendían mis explicaciones y me decían que las comprendían, yo sé que eran sinceros y que la mayoría las había entendido. Pero era una relación relativamente pasiva (dicho sea, sin la menor connotación negativa) con el contenido que les estaba presentando. Solo cuando se enfrentaban a la tarea de hacer ellos mismos el programa se involucraban realmente de forma activa, y en ese momento se daban cuenta de sus carencias e intensificaban el esfuerzo por aprender aquello en concreto. Es parte de lo que decíamos sobre la práctica deliberada: tiene que haber cierto riesgo, entendido como la necesidad de involucrarse para salir adelante.

Yo no puedo aprender eso

Todo ser humano, si se lo propone, puede ser escultor de su propio cerebro.

SANTIAGO RAMÓN Y CAJAL,
premio Nobel de Fisiología
o Medicina, 1906

Hace muchos años recibí un curso de hebreo bíblico. Éramos tres alumnos en la clase, además del profesor. El profesor se llamaba Marcos, digo su nombre porque lo recuerdo con mucho cariño, era un profesor muy apasionado e inteligente, un buen maestro. Una mañana en clase, don Marcos —lo llamábamos don Marcos porque era sacerdote y muy mayor— estaba tratando de enseñarnos el sonido del idioma, que es muy importante, porque, aunque uno esté leyendo en silencio, de alguna manera convierte los grafemas en sonidos, siquiera interiormente. Ya nos había enseñado a reconocer las letras y algunas concatenaciones entre unas y otras, el significado de algunas palabras, etc. Pero ese día estaba enseñándonos a leer en voz alta, a pronunciar. Comenzó por mi compañero Alberto (este nombre sí es inventado) y le pidió que repitiera la primera frase de la Biblia hebrea, que teníamos escrita en nuestro libro de texto: בְּרֵאשִׁית בָּרָא אֱלֹהִים, que se lee «Beresit Bara Elohim» y significa «Al principio creó Dios». Don Marcos la dijo en voz alta y le pidió a Alberto que la repitiera. El caso es que

Alberto se puso a tratar de leer aquello intentando reconocer las letras, los signos vocálicos, etc., poco a poco, con voz temblorosa, el dedo sobre el texto, y empezó a tartamudear: «Be... Bee... Ber... Be-re...». Don Marcos lo interrumpió: «No, no, no leas, simplemente repite las palabras que yo te digo: Beresit Bara Elohim». Pero Alberto siguió con lo suyo, tratando de leer el texto, no de reproducir los sonidos que don Marcos había pronunciado. Continuó el tartamudeo «Be... Be... Berrr... Be-re-ssss...», lanzando miradas suplicantes a don Marcos, como diciendo que aquello era muy difícil y que terminara aquella tortura. Y el profesor, que se iba irritando por momentos, no cesaba de pedirle alzando cada vez más la voz que no leyera, que repitiera «¡Beresit Bara Elohim!». El pobre Alberto a sus más de veinte años, estaba a punto de llorar de la ansiedad y mi otro compañero y yo, compungidos de verlo sufrir así, le decíamos en voz baja: «no leas, solo repite, no leas...». Pero nada, Alberto seguía dándole al balbuceo, «Be... Be... Ber...» y con las miradas suplicantes, mientras don Marcos se iba encendiendo cada vez más y gritaba más fuerte «¡Que repitas! ¡¡¡Beresit Bara Elohim!!!»... hasta que, de pronto, al proferir uno de aquellos gritos ¡se le escapó de la boca la dentadura postiza! En ese instante los tres nos quedamos paralizados, con la boca abierta (don Marcos la cerró de inmediato, claro) y sin saber qué iba a ocurrir. El profesor recogió la dentadura entre risas, dejó por imposible a Alberto y le pidió al siguiente, es decir, a mí, que repitiera la frase, cosa que hice por temor a que la dentadura saliera volando otra vez. La clase siguió con relativa normalidad, y cuando salimos, Alberto nos dijo: «Yo no puedo aprender esto, para mí es imposible, esto del hebreo es muy difícil».

He contado esta anécdota muchas veces. En su momento fue entre patética y divertida, o sea, doblemente divertida, pero siempre

que la cuento se me queda grabada la frase «Yo no puedo aprender esto». Y se me queda grabada porque cuando Alberto la pronunció al finalizar la clase, la sentía como una condena, una especie de incapacitación física inevitable, una maldición bíblica en el sentido más literal de la expresión. A mí me sorprendió muchísimo aquella reacción, aquella declaración. Obviamente no era cierto que no pudiera hacerlo. No había ningún defecto en las capacidades vocales de Alberto, no había ninguna dificultad intrínseca en la tarea. Se trataba de repetir unos cuantos sonidos, que además eran similares a los de su idioma materno; otra cosa hubiera sido repetir fonemas extraños para él, como los de las lenguas khoisan africanas, que emplean chasquidos muy difíciles de reproducir para nosotros. Por otro lado, la capacidad intelectual de Alberto estaba — y está— fuera de toda duda. ¿Qué pasaba entonces? ¿Por qué ese bloqueo? Ocurre muchas veces que autosaboteamos nuestros propios procesos de aprendizaje, ya sea porque atribuimos erróneamente las causas de nuestros supuestos fracasos a causas inexistentes, o porque generamos unas expectativas que no se corresponden con la realidad. Doy muchas charlas sobre matemáticas, y casi todos los públicos suelen disfrutarlas mucho, pero invariablemente me encuentro con personas que sufren un bloqueo con las matemáticas, o que lo sufrieron en su etapa escolar y lo arrastran desde entonces. Eso les ha generado un sentimiento de frustración o de supuesta incapacidad para las matemáticas, que, como en el caso de Alberto, no es real, o cuando menos no lo es con ese carácter de maldición bíblica con que la sienten.

Toda tarea implica un esfuerzo. Y todo esfuerzo comporta una inversión y un riesgo. Invertimos tiempo, energía, fuerzas, concentración... y esperamos obtener un resultado, que luego puede estar en consonancia con el esfuerzo invertido o no. Cuando no

ocurre, cuando sentimos que nuestros esfuerzos no han merecido la pena, el peligro de caer en la frustración y de sentir que se ha fracasado salen al acecho. Si la frustración es muy fuerte, entonces nos decimos que no volveremos a hacer ese esfuerzo, y que existe alguna causa insuperable que nos impide obtener resultados. De alguna manera tenemos interiorizado que el esfuerzo es la moneda de cambio directa del aprendizaje, pero no siempre sucede de forma automática que a más esfuerzo obtengamos más aprendizaje. Cuando experimentamos sentimientos de fracaso es preciso afrontarlos con tranquilidad, analizarlos para evitar que nos lastimen y para aprovechar sus enseñanzas.

El esfuerzo por conseguir algo no es lo mismo que el esfuerzo por crecer, por ser mejores personas. Ambos están involucrados en la tarea del aprendizaje y ambos tienen relación con el fracaso. Casi todo el mundo tiene claro que de los fracasos se aprende, y esto suele decirse en alusión a los esfuerzos por ser mejores, por construirnos como personas, porque consideramos la superación de las dificultades como uno de los pilares de nuestro crecimiento. Es totalmente cierto, pero incompleto. Por un lado, porque los fracasos no solo sirven para los aprendizajes personales, también sirven, y mucho, para el aprendizaje de contenidos, ya que identificar los errores es una forma muy valiosa de aprendizaje. Y, por otro lado, es incompleto porque no siempre aprendemos de los errores, hace falta observarlos bien para poder sacar provecho de ellos.

Saber aprovechar el fracaso (y el éxito) resulta fundamental en todo proceso de aprendizaje, de modo que lo primero que conviene hacer es identificar bien las causas de por qué hacemos las cosas bien o mal. Parece algo del todo evidente, pero se nos escapa de las manos más a menudo de lo que pensamos: ser conscientes del origen y las razones de nuestros éxitos nos permitirá aprovechar el

conocimiento que extraemos no solo de la meta lograda (aquello que hemos aprendido), sino también del proceso a través del cual hemos alcanzado ese éxito. Y lo mismo con los fracasos. Saber por qué no hemos hecho algo bien es el primer paso para ponerle remedio y revertir el fracaso. El experto en psicología del aprendizaje Héctor Ruiz Martín divide las causas a las que solemos atribuir nuestros éxitos y fracasos en tres categorías. Esta clasificación nos puede ayudar a identificar las causas y, por tanto, a aprender tanto de los fracasos como de los éxitos.

- La primera categoría es lo que él llama *locus* o localización, es decir, si la causa es externa o interna a la persona. Causas internas son por ejemplo mi propia habilidad: esto se me da mal, esto se me da bien; el esfuerzo que he hecho o la calidad de este: no he dedicado suficiente esfuerzo, no he estudiado bien, he entrenado poco o mal. Las causas externas son, entre otras, la dificultad de la tarea (objetiva o percibida), la persona que evalúa el éxito o fracaso del aprendizaje (si es externa a mí, como un profesor), las circunstancias: yo con este calor no me concentro, el día del examen estaba preocupado por mi abuela, etc. Y la más externa de todas: la suerte. Es importante establecer bien cuáles son las que realmente están interviniendo en nuestro aprendizaje y cuáles no, porque algunas las podemos modificar y otras no. No podemos influir en el hecho de que haga demasiado calor o demasiado frío el día que hacemos un examen, pero sí que podemos intervenir en otras, como nuestro proceso de preparación o si dedicamos suficiente tiempo al aprendizaje que estamos realizando. La suerte es algo que no debemos dejar de lado; efectivamente, existen muchos estudios sobre el papel de la suerte o de circunstancias que no podemos controlar y apenas identificar (esa es otra forma de llamar a la

suerte), pero tampoco podemos ponerla como excusa para no indagar en las verdaderas causas. Además, por su naturaleza peculiar, no podemos intervenir demasiado en la suerte, así que mejor no darle demasiado crédito. La suerte puede intervenir en el momento en que tenemos que dar cuenta de nuestro aprendizaje en un examen, una carrera, un partido... pero no influye tanto en el aprendizaje en sí, en el proceso. Uno no aprende o deja de aprender por culpa de la suerte.

- Una segunda categoría para clasificar las causas del éxito o el fracaso es atender a su *estabilidad*. Es decir, si son causas permanentes, y por tanto difíciles de cambiar, o son causas variables, que se pueden modificar. La cantidad de esfuerzo es variable, podemos modificarla. Si atribuimos un éxito a que tengo un talento o capacidad innata para hacer o aprender algo, ese talento adopta la naturaleza de algo más permanente, no varía continuamente. En esta categoría también incluimos la durabilidad de esas causas, por ejemplo, el hecho de que me afecte mucho el calor para correr, y el día que he de participar en una carrera importante haga un calor excepcionalmente fuerte, hará que mi rendimiento en esa carrera esté por debajo del esperado. Pero realmente eso dice poco de si mi entrenamiento es eficaz o no; posiblemente, en un día con condiciones climáticas más favorables el resultado estaría más acorde con los esfuerzos llevados a cabo en los entrenamientos. Un mal día lo tiene cualquiera. Por eso, sin ir más lejos, en las escuelas resulta tan importante, que los procesos de evaluación y de calificación no dependan de condiciones temporales que puedan enmascarar aquello que pretendemos observar o calificar.
- Finalmente, la tercera categoría que establece Héctor Ruiz es la *controlabilidad* de esa causa. ¿Está en mi mano hacer algo, o no

tengo absolutamente ningún control sobre el tema? La suerte, además de externa, es incontrolable. En una competición atlética no puedo controlar a mis rivales, no puedo controlar la calidad de mis profesores (aunque a veces sí puedo cambiar de profesores). Algo controlable hasta cierto punto es la cantidad de recursos que empleo para un determinado aprendizaje, en términos de tiempo, esfuerzo, etc. También puedo controlar las fuentes de las que decido aprender, o a quién me dirijo para preguntar o tener un control sobre mi aprendizaje.

Así que cuando estamos evaluando nuestros procesos de aprendizaje, lo cual conviene hacer tanto si percibimos que estamos teniendo éxito como si experimentamos fracasos, es bueno identificar bien los motivos por los que las cosas me salen bien o mal. Sin excusas, buscando realmente las causas. Solo así podremos «aprender de los fracasos» como tanto nos gusta decir. Es muy fácil observar esta actitud en personas que están estudiando primaria o secundaria. Muchas veces nos encontramos estudiantes que tienden a atribuir permanentemente sus fracasos (y los éxitos de los demás) a circunstancias externas o que escapan a su control, como una supuesta manía de sus profesores, la mala suerte, un examen extraordinariamente difícil o que no estaba acorde con la materia estudiada, etcétera. Estas cosas pueden pasar, pero no son habituales. Si la realidad no es esa, esta falsa atribución de causas impide incidir sobre las verdaderas, y por tanto mejorar el aprendizaje.

Todos, en un momento u otro, buscamos las causas de nuestros éxitos y de nuestros fracasos. Si lo hacemos de modo más o menos sistemático y riguroso, podemos obtener enseñanzas de estos. En especial cuando estamos aprendiendo algo. Lo primero sería tratar de ver honestamente las causas de ese fracaso, lo segundo tratar

de clasificarlas, para lo cual las tres clasificaciones que acabamos de ver pueden ser de gran utilidad. En tercer lugar, tratamos de ver sobre cuáles de esas causas podemos incidir, y si podemos disminuir la dependencia de las causas en las que no podemos influir. Finalmente, podemos elaborar un plan de mejora y aplicarlo a aquellas causas para las que sí disponemos de un margen de intervención. Quizá todo esto pueda parecer artificialmente sistemático o demasiado alejado de cómo aprendemos en realidad, pero ambas características (sistema y distancia) nos pueden ayudar a aprender de nuestros fracasos (y de nuestros aciertos).

Ansiedad matemática

El efecto de la atribución de causas a nuestros aprendizajes va más allá de que podamos aprovecharlas para corregir errores o reconducir esfuerzos. Puede influir de forma global en todo el proceso de aprendizaje. Incluso puede afectar al relato que elaboramos de nosotros mismos, interferir en nuestra motivación y autoeficacia, y provocar bloqueos y autosabotajes que nos impidan crecer. «No se me dan bien las matemáticas» es atribuir a una causa interna, permanente e incontrolable las dificultades que tenemos con esta materia. De ahí que la percibamos no solo como algo que no depende de nosotros, sino también como un problema inmodificable, que forma parte de mi persona, una especie de tara personal que arrastro, y que no solo influye en mi aprendizaje, sino en la imagen que me formo de mí mismo.

A lo largo de los años muchas personas se me han acercado para decirme exactamente esto, que no se les dan bien las matemáticas. En la inmensa mayoría de los casos es rotundamente falso. Sin embargo, es algo muy común, así que debe de haber alguna causa identificable que provoque este efecto tan generalizado. Es lo que

se conoce como *ansiedad matemática*, y se define como «el sentimiento de tensión, aprensión e incluso temor que interfiere con la manipulación ordinaria de números y la resolución de problemas matemáticos». Me parece importante señalar que en esta definición se afirma que este sentimiento de tensión, e incluso de miedo, *interfiere* en nuestros procesos de aprendizaje de las matemáticas y en el desempeño de nuestras capacidades para esta materia. No es que no tengamos esas capacidades o que no podamos aprender, es que hay algo que interfiere en ese proceso, y ese algo es la ansiedad matemática. Es muy importante subrayar este extremo: no es que no tengamos las capacidades, es que hay algo que interfiere en que podamos ejercerlas.

Numerosas investigaciones han demostrado de forma fehaciente que la ansiedad que provocan las matemáticas ejerce un efecto negativo en el rendimiento académico: la gente que tiene miedo a las matemáticas obtiene peores resultados, y este efecto es igual de importante que el que podemos atribuir a las capacidades para el cálculo o al estatus socioeconómico, que son dos de las causas más influyentes en el rendimiento académico en general. De modo que sí, tiene un efecto muy importante. Además, está comprobado que se trata de un fenómeno global, presente en todo el mundo. Ciertamente existen diferencias en cuanto a las causas que lo provocan, pero se da en todos los países. No es solo que «en mi país tenemos un nivel muy bajo en la enseñanza de las matemáticas» —como me dicen en prácticamente todos los países que visito—, sino que, además, es persistente, no desaparece con la edad. Y tiene efectos a largo plazo. La gente que sufre altos niveles de ansiedad por causa de las matemáticas tiende a evitarlas a lo largo de toda su vida, en particular a la hora de elegir los estudios secundarios y universitarios. Hay personas que eligen una

modalidad de bachillerato u otra, o unos estudios universitarios u otros en función de que haya más o menos matemáticas en sus programas. Este miedo a las matemáticas, según revelan numerosas investigaciones, incide considerablemente en nuestra experiencia vital y en cómo interactuamos con el mundo. Cuando alguien se siente intimidado a la hora de hacer una división para pagar su parte de la cuenta del restaurante, quizá lo que está asomando, aunque sea de modo inconsciente, es esa sensación de estar en la pizarra, delante de toda la clase, ante un problema matemático que —cree que— no sabe ni puede hacer.

A principios de 2022, cuatro investigadores, Nathan Lau, Zachary Hawes, Paul Tremblay y Daniel Ansari, de las universidades de Toronto y Western Ontario en Canadá, publicaron una investigación en la que se recabaron datos de más de un millón de personas en cincuenta países para medir la relación entre distintas causas individuales, ambientales y sociales, y la ansiedad que sentían estudiantes de todo el mundo ante las matemáticas. El estudio reveló que uno de los factores determinantes de los niveles de ansiedad matemática en la escuela es el modo en que los alumnos perciben la competencia y la actitud ante las matemáticas de sus profesores y profesoras. Percibir inseguridad o incompetencia en tus profesores de matemáticas es uno de los factores que más influye en la ansiedad matemática. Otros factores como la frecuencia con que se asignan deberes de matemáticas para hacer en casa también influyen bastante. A mayor frecuencia de tareas, mayor ansiedad.

Los factores que intervienen en un fenómeno como el de la ansiedad matemática o la ansiedad ante otras formas de aprendizaje son muy variados, y sus efectos pueden ser tanto de orden individual como ambiental o social. Una de las relaciones

entre efectos que pueden producirse a distintos niveles lleva el curioso nombre de efecto *big fish, small pond*, algo así como «pez grande en estanque pequeño». Este efecto ha sido estudiado en muchos contextos y tiene una sólida base científica. Se da cuando unos estudiantes con niveles de desempeño similares en una disciplina tienen una percepción más baja de sus propias capacidades si están en un grupo cuyo nivel medio es alto, mientras que la percepción de sus propias capacidades mejora cuando el nivel medio de su grupo es bajo. Es decir, que un estudiante creerá que lo hace peor de como realmente lo está haciendo si pertenece a un grupo con muy buen desempeño, y, por el contrario, creerá que lo hace mejor de como lo está haciendo realmente si se encuentra en un grupo con un desempeño medio menos bueno. Se trata de un efecto muy interesante, que tiene implicaciones no solo en cuanto a la organización de grupos en actividades de aprendizaje colectivas, como la escuela, sino también a la hora de evaluar nuestras propias capacidades y desempeños, pues nos está diciendo que debemos tener en cuenta nuestro entorno.

El miedo paraliza. Y no solo paraliza nuestros miembros, sino también nuestra capacidad de aprendizaje. No se trata de una mera percepción subjetiva, de una impresión que tenemos sin más cuando analizamos instintivamente lo que observamos. Hay muchísimos estudios que lo demuestran, incluidos los que se han llevado a cabo con cerebros de animales. Los ratones sometidos a un aprendizaje en situaciones de miedo o ansiedad son incapaces de aprender. El miedo bloquea literalmente la plasticidad neuronal, por lo que son físicamente incapaces de construir aprendizajes nuevos. Por eso, evitar la ansiedad en contextos de aprendizaje resulta fundamental para eliminar una de las principales barreras que dificultan el aprendizaje. Durante mucho tiempo hemos

convivido con una ansiedad matemática demasiado frecuente, y que consideramos poco menos que inevitable. No lo es, y eliminarla es dar un paso adelante trascendental para posibilitar aprendizajes adecuados en matemáticas, en ciencias y en otras disciplinas.

La historia de Alberto, mi compañero de la clase de hebreo, es un ejemplo muy directo y algo traumático de este tipo de parálisis. Él salió de aquella clase habiendo interiorizado que era incapaz de aprender hebreo, cuando no era cierto. Normalmente este tipo de miedos o ansiedades se producen de forma paulatina, siguiendo un proceso que ha sido bastante estudiado. Va de las emociones a las actitudes pasando por las creencias. Pongamos que estoy enfrascado en una tarea que me cuesta aprender (algo usual, por lo demás). Podemos poner como ejemplo un problema escolar de matemáticas, pero también podríamos optar por cualquier aprendizaje que debamos afrontar, tanto de pequeños como de adultos. Si ese problema no me sale bien o me cuesta demasiado, experimentaré una emoción negativa, y no me gusta que eso sea así. Se trata de una situación absolutamente normal. Pero si no intervenimos en ese momento (los profesores, las familias, nosotros mismos), esa emoción puede repetirse cada vez que deba resolver un problema parecido. Y eso puede llevarme a albergar una actitud negativa, que es algo más permanente que una simple emoción momentánea. Esta actitud puede afianzarse con el tiempo y generar ansiedad frente a ese tipo de tareas o aprendizajes. Es decir, puede convertirse en un sentimiento que interfiera en el uso de mis capacidades y, lo cual aún es peor, en su desarrollo. Este proceso puede verse reforzado si en nuestro ambiente circulan creencias negativas sobre nuestra capacidad de aprender o sobre la materia en sí. Dichas creencias podemos identificarlas con atribuciones erróneas de causas de fracaso. Por ejemplo, creencias como que

las matemáticas solo son para gente muy lista, que únicamente puedes aprender música si tienes buen oído de nacimiento, o que las chicas son de letras y los chicos de ciencias.

¿Las chicas son de letras y los chicos son de ciencias?

No hay ninguna diferencia significativa entre mujeres y hombres en lo que se refiere a su capacidad para las ciencias, la tecnología, la ingeniería o las matemáticas (lo que se conoce como áreas STEM por sus siglas en inglés). Se han llevado a cabo muchísimos estudios en condiciones diversas y con poblaciones muy amplias que así lo han demostrado en múltiples ocasiones. Y, sin embargo, existe una notable diferencia entre el número de mujeres que estudian o se dedican a disciplinas STEM con respecto al número de chicos. Las cifras son contundentes. Por ejemplo, los datos del U. S. Bureau of Labor Statistics (la Oficina de Estadísticas Laborales de Estados Unidos) señalan que solo el 28 por ciento de los trabajos en las áreas STEM lo ocupan mujeres, y las diferencias son aún mayores en según qué áreas. Las mujeres representan el 46 por ciento de la fuerza laboral en ciencias biológicas, y el 40 por ciento en química y ciencias de materiales. Pero si vamos a otras áreas, las diferencias son enormes y difícilmente justificables por una «cuestión de gusto» que podamos asociar a los cromosomas: en trabajos matemáticos e informáticos hay un 25 por ciento, y solo un 16,5 por ciento en ingeniería y arquitectura. Por otro lado, hay profesiones en las que este desequilibrio se da a la inversa: de nuevo en Estados Unidos, el 78 por ciento de profesionales de la enfermería son mujeres, el 74 por ciento del profesorado de primaria son mujeres, así como el 62 por ciento del de secundaria; en la enseñanza elemental el porcentaje de mujeres supera el 90 por ciento. No entraré aquí a juzgar si esta asimetría es algo bueno o

malo, y mucho menos a juzgar los motivos individuales por los que una persona decide estudiar algo. Pero cuando los datos indican una asimetría que en principio no tendría por qué estar ahí, merece la pena echarle un vistazo para discernir si está pasando algo que tenga que ver con las motivaciones para el aprendizaje y la elección de una determinada carrera profesional. Y, sobre todo, para dilucidar si esas motivaciones pueden estar relacionadas con el título de este capítulo: «Yo no puedo aprender eso».

Volvamos la mirada de nuevo a la ansiedad matemática, porque es una cuestión que ha sido muy estudiada y sobre la que se tienen muchos datos. Como hemos mencionado antes, uno de los efectos demostrados de la ansiedad matemática es que influye en que las personas que la sufren procuren evitar situaciones en las que se haya de lidiar con conceptos, operaciones o habilidades matemáticas. En concreto tratan de evitar los estudios científicos o las carreras profesionales con una elevada carga matemática, como algunas ciencias e ingenierías. ¿Es posible que eso afecte de forma distinta a los niños y a las niñas en edad escolar? ¿Dónde podemos mirar para comprender mejor este fenómeno? En 2009, un grupo de investigación de la Universidad de Columbia, en Nueva York, realizó un estudio que tal vez pueda arrojar algo de luz sobre este asunto. Sian Beilock, Elisabeth Gunderson, Gerardo Ramírez y Susan Levine partieron de una serie de datos sobre los maestros y las maestras estadounidenses y su relación con las matemáticas, que habían sido contrastados en estudios anteriores. Uno de los datos era que en las escuelas de Magisterio estadounidenses la exigencia de conocimientos matemáticos es mínima, hasta el punto de que uno puede llegar a ser maestro, aunque tenga una cierta aversión a las matemáticas. Otro, que la gran mayoría de las personas que estudian Magisterio y ejercen la profesión son mujeres. Y,

finalmente, que la ansiedad matemática está muy presente entre los y las estudiantes de Magisterio, y que esta afecta más a las mujeres que a los hombres.

Partiendo de estas bases, el estudio de Beilock y sus colegas se proponía evaluar qué efecto tenían estas circunstancias en los alumnos y las alumnas, y si existía alguna diferencia entre niños y niñas. Llevaron a cabo su estudio con niños y niñas de entre seis y ocho años. Las conclusiones del estudio son bastante claras: a las niñas les afecta más que a los niños. Además, esta constatación concuerda con el estudio que hemos visto unas páginas más arriba, según el cual uno de los factores que más influyen en la ansiedad matemática en la escuela es la percepción de la competencia y la seguridad en sí mismos de los profesores. El estudio de la Universidad de Columbia midió los niveles de ansiedad matemática a principio y a final de curso en el alumnado y en el profesorado. Así pudieron constatar que aquellos alumnos que habían tenido una profesora con niveles altos de ansiedad matemática también presentaban un nivel de ansiedad más elevado. Sin embargo, este aumento era mucho mayor entre las niñas que entre los niños, dado que ellas se identifican con su profesora más que ellos. Esto, sumado al hecho de que el 75 por ciento del profesorado de primaria son mujeres, podría ayudar a explicar por qué las niñas sufren más ansiedad matemática que los niños, y a su vez podría explicar por qué estos se decantan en mayor número por estudios y profesiones STEM.

Por supuesto, ese no es el único factor, pues se trata de un tema con muchos niveles. Pero no cabe duda de que este fenómeno de transmisión de la ansiedad entre maestros y alumnos en ciertos tipos de aprendizajes es uno de los aspectos más interesantes del estudio de Beilock y sus colegas. Por eso resulta tan importante

trabajar con quienes están a cargo de nuestros aprendizajes, a fin de que estén en posesión de los más altos niveles de competencia, confianza y apego a la materia que enseñan. Casi todos recordamos a algunos profesores o profesoras que nos marcaron, y solemos evocarlos como personas apasionadas por su materia, cuya actitud percibíamos como algo contagioso e inspirador. Pero, según parece, el desapego y la ansiedad también son contagiosos, y pueden acabar convenciéndonos de que no valemos para aprender tal o cual cosa. O, peor aún, persuadirnos de que nuestra capacidad para un determinado aprendizaje depende solo de nuestros cromosomas.

¿De mayores podemos aprender tanto como de niños? ¿O no?

¿Es verdad que llega un momento en la vida en que ya no podemos acometer grandes aprendizajes? ¿Es verdad que lo que no hayamos aprendido llegados a una cierta edad, como por ejemplo un idioma, ya no podremos aprenderlo como es debido? La situación no es tan trágica, aunque existen grandes diferencias entre la capacidad de aprendizaje de un recién nacido y la de un adulto; además, hay ciertos periodos sensibles durante los cuales estamos más capacitados para aprender determinadas cosas. Los expertos en el estudio del cerebro humano han comprendido bien las razones y el funcionamiento de estas diferencias. Sus conclusiones pueden servirnos para evaluar nuestra propia capacidad de aprendizaje y para saber dónde y cómo tenemos que hacer los mayores esfuerzos si queremos aprender lo mejor posible, pero sin dejar de ser realistas.

Los bebés son auténticas máquinas de aprendizaje, emplean la práctica totalidad de su energía en crecer y aprender, y lo hacen como ninguna otra criatura de la Tierra es capaz de hacerlo. Los primeros años de vida del ser humano son un hervidero de creación

de conexiones sinápticas, el cerebro recién nacido multiplica de manera desorbitada las conexiones entre sus neuronas. Hay algunas áreas en las que esas conexiones se generan solo durante la primera infancia, algunas de ellas estrechamente relacionadas con la visión, por ejemplo, por eso corregir problemas como el estrabismo en los niños debe hacerse pronto. Si no lo hacemos, perderemos la oportunidad de solucionarlos más tarde. Este tipo de etapas exclusivas se conoce como *periodo sensible* o ventana de oportunidad. Existen ciertos grupos de neuronas en particular que solo mantienen su plasticidad por un tiempo determinado. Otra área en la que nuestra capacidad de aprendizaje es muy superior durante la infancia es el lenguaje, en particular lo que tiene que ver con la fonética, con los sonidos de las palabras. Al nacer, nuestro cerebro está perfectamente preparado para aprender lenguajes, nuestra especie es excepcionalmente buena en eso. Cuando somos muy pequeños, las increíbles capacidades de aprendizaje de los distintos sonidos se concretan bajo la influencia de nuestro entorno. Nada más nacer, nuestro cerebro está preparado para reconocer, diferenciar, recordar y repetir todo un abanico de sonidos, un abanico excesivamente amplio. Pronto, en los primeros meses de vida, el entorno, los sonidos del lenguaje que escuchamos de pequeños, se hacen fuertes en nuestro cerebro, mientras que otros sonidos nunca llegan a expresarse como conexiones entre nuestras neuronas. Por ejemplo, los bebés crecidos en un entorno donde se habla francés generan las conexiones que les permiten distinguir las vocales de ese idioma, pero no los sonidos del chino mandarín. Por su parte, un bebé que inicia su crecimiento en un entorno donde se habla japonés no distinguirá los sonidos de la / l / y la / r /, que sí sabrá discriminar un bebé crecido en un entorno hispanohablante. Su cerebro ha afinado la capacidad de distinguir los sonidos que

necesita y ha desechado otros (simplemente no los ha aprendido). Esta adaptación se produce más o menos en el primer año de vida y resulta mucho más difícil de realizar cuando somos mayores (incluso para niños de pocos años). Eso no significa que sea imposible aprender a pronunciar otro idioma como un nativo, un proceso concienzudo y enfocado puede permitirnos aprender (con más dificultad, sin duda) los sonidos de otro idioma. En todo caso, la primera infancia es un momento privilegiado para aprender la fonética de las lenguas; más adelante es mucho más difícil, aunque no imposible. Hay personas que logran aprender a hablar prácticamente sin acento un idioma extranjero. Para ello no basta con exponerse al idioma o estudiarlo en la escuela o de mayores, es preciso hacer esfuerzos específicos para la fonética, y solo aquellas personas que mantienen cierta plasticidad en estos grupos de neuronas lograrán una pronunciación parecida a la de quienes la adquirieron de bebés. Algo parecido ocurre con la gramática, es más fácil aprenderla cuando somos pequeños (no tan pequeños como en el caso de la fonética), aunque en este caso el periodo sensible es más largo y los efectos del estudio cuando somos mayores son más notables, pues podemos aprender mucho en este aspecto a edades avanzadas. La urgencia es mucho menor en lo que se refiere al vocabulario. Los estudios indican que conservamos durante toda la vida nuestra capacidad de aprender palabras nuevas (en nuestro idioma o en otros). De mayores adquirimos vocabulario en nuestro propio idioma que nunca hemos usado de niños, quizá porque no existía o no se utilizaba. También conservamos esa capacidad para el vocabulario en otra lengua. Así pues, podría decirse que mantenemos la facultad de aprender el vocabulario, pero no tanto la de aprender la gramática de una lengua que no es la nuestra, aunque sí que podemos aprenderla. En todo caso, el

ejemplo de las lenguas, que es muy claro, nos indica dos cosas. Una, que existen efectivamente algunos periodos más indicados para ciertos aprendizajes. Y dos, que mantenemos la capacidad de aprendizaje durante toda la vida, que dicha capacidad varía de unas personas a otras, y que puede mejorarse mucho con una planificación y una práctica adecuadas.

El de los idiomas es uno de los ejemplos que nos permiten ver con mayor claridad cómo la sucesiva pérdida de plasticidad en ciertas regiones de nuestro cerebro evidencia hasta qué punto son distintas las capacidades de niños y adultos. Pero esto no sucede de un modo tan acusado en otros aprendizajes. Muchas veces, ese mantra tan repetido de que a los mayores nos cuesta mucho más aprender que a los pequeños, o que de mayores hay cosas que simplemente no podemos aprender, no es más que una atribución errónea de la causa del fracaso de un cierto proceso de aprendizaje. Aprender de mayor no es imposible, ni mucho menos. Hay áreas en las que resulta más difícil que cuando se es pequeño, pero en otras muchas simplemente depende de los medios que pongamos (y de la estrategia que usemos para aprender). La buena noticia en este sentido es que la capacidad de aprendizajes semánticos (nuevos conocimientos, datos, etc.) parece no verse afectada casi en absoluto con la edad. Y, aun a riesgo de ser demasiado repetitivo, debo insistir en lo siguiente: los aprendizajes que ya tenemos contruidos facilitan los nuevos, lo cual supone una ventaja de los mayores frente a los pequeños. Así que una forma eficaz de poder aprender toda la vida es precisamente ¡aprender durante toda la vida!

Hay otro aspecto más que a veces se nos escapa cuando nos decimos eso de que solo se aprende bien de niño, y que lo que no aprendas de niño ya no podrás adquirirlo más adelante. Está claro

que cuando somos pequeños nuestra vida es un aprendizaje continuo. Mucho más de lo que parece a simple vista. Apenas nacemos, e incluso antes, nuestro cerebro ya posee algunas capacidades innatas, de fábrica. Sabe más cosas de las que cabría imaginar. No es verdad que llegamos al mundo como una página en blanco que se va escribiendo a medida que interactuamos con nuestro entorno. Tenemos cierta capacidad matemática (los bebés de días saben distinguir entre cantidades distintas) y cierto sentido moral desde bien pequeños, poseemos capacidades para el aprendizaje de cualquier lengua (luego será el entorno quien modele esta capacidad para que aprendamos una u otra) y tenemos bastante desarrollada la capacidad de orientación espacial. Incluso hay estudios que demuestran que los bebés tienen cierta inclinación hacia los rostros y hacia ciertos sonidos desde antes de nacer, cuando todavía son fetos en el vientre de sus madres. Durante nuestro desarrollo, todas estas capacidades, y otras más, se van desplegando o concretando, y algunas de ellas se potencian con el paso del tiempo. El inicio de nuestra vida consiste esencialmente en aprender. Si tenemos un entorno adecuado: una familia que se interesa por nosotros y por nuestro aprendizaje, una escuela, amigos o relaciones con otras personas, etc., entonces nuestro cerebro aprenderá de una forma que no tiene parangón con ningún otro ser vivo. Más adelante, en la adolescencia y en la juventud, nuestra competencia para adquirir nuevos conocimientos llega a su apogeo, y somos capaces de aprender conceptos muy complicados y cantidades de información abrumadoras. Esa facultad disminuirá algo con la edad, pero no tanto como solemos creer. Como hemos visto al principio del libro, una buena estrategia de aprendizaje e invertir los recursos y dedicación adecuados pueden permitirnos adquirir conocimientos al mismo nivel que cuando éramos niños, y

en muchos casos incluso mejor. No solemos darnos cuenta, pero, una de las principales causas de nuestros intentos fallidos es la falta de planificación, o simplemente no dedicar el tiempo suficiente al aprendizaje. Casi nunca se debe a que de mayores ya no podamos aprender. Tengo compañeros matemáticos que han cambiado sus temas de investigación o incluso su área profesional pasada la cincuentena larga, y han logrado aprender y dominar disciplinas muy complicadas. El secreto está en la voluntad (querer aprenderlas), en la planificación (dedicar los recursos necesarios de la forma adecuada) y en el sustrato de conocimientos previos (una persona no matemática tendría más dificultades que aquellos que sí lo son para esos aprendizajes). En lo que se refiere a estas tres cuestiones, nuestro mejor momento es la vida adulta.

SEGUNDA PARTE

Aliados del aprendizaje

Envejecer puede valer la pena si nos da tiempo a forjar un alma.

URSULA K. LE GUIN

Nuestra vida es un continuo proceso de construcción. Si ponemos empeño en ello, nos mantendremos en permanente desarrollo, profundizando en nuestro propio ser, enriqueciéndonos continuamente. La única forma de llevar a cabo esta forma plena de vivir es a través del aprendizaje. Aprender lo es todo. Bertrand Russell, el filósofo y matemático inglés, decía que solo a través de la educación se crean nuevos individuos superiores y más conscientes. Él pensaba que este proceso de desarrollo que es el aprendizaje solo puede darse en sociedad, y que dicho aprendizaje debe incluir los elementos más esencialmente humanos, como la historia, la literatura, la música o el arte. Y también disciplinas prácticas, útiles en el sentido más directo de la palabra.

Si hemos de hacer caso a Russell, a Ursula K. Le Guin y a tantos otros antes que ellos, aprender es la misión más importante de nuestra vida. Acaso la única. Si el valor de nuestra vida es esa persona que somos capaces de construir, entonces lo que verdaderamente marca la medida de nuestro paso por el mundo es el conjunto de nuestros aprendizajes. Además, esos aprendizajes son los que hacen que la vida merezca la pena ser vivida y los que la llenarán de sentido cada día.

En esta cadena de testigos y construcciones colectivas que es nuestra cultura, aprender lo es todo. Cuando nacemos estamos inmersos en un mundo poblado no solo por nuestros

contemporáneos, sino por todos aquellos que vivieron antes que nosotros. Venimos a un mundo en el que de algún modo habitan Cervantes y Bach, Picasso y los Beatles. Y no solo ellos sino todos aquellos que los han leído, escuchado, admirado y elegido a través de los siglos. De alguna forma, entre los átomos del mundo en el que crecemos también están las conversaciones, las lecturas y los aprendizajes de quienes nos precedieron y dieron forma a las culturas que nos acogen. El gran Jorge Luis Borges decía de sí mismo que estaba más orgulloso de las líneas que había leído que de las que había escrito. Como sucede tantas veces con él, hay una sabiduría oculta, doble, detrás de sus palabras. Aprender también comporta una responsabilidad para con los demás, es una contribución a nuestra sociedad y a la historia de quienes vendrán después de nosotros. Mediante nuestros aprendizajes señalamos lo que merece la pena conservar y transmitir, nos convertimos en personas que contribuyen al enriquecimiento del espíritu humano. Lo que hace mejor a una sociedad son sus miembros, consagrados al cultivo del aprendizaje, la curiosidad y la belleza. No basta con que haya individuos excepcionales que sean capaces, como lo fue Euclides, de redactar una obra como los *Elementos*, o de afinar el entendimiento como hizo santo Tomás de Aquino, o de comprender la vida como la entendió la maravillosa poeta Wislawa Szymborska. También hacen falta receptores de esas obras, que las aprecien y las transmitan, hace falta gente que las lea, las baile, las converse y así se vayan incorporando a lo que significa en cada nuevo tiempo ser humano. Nuestros aprendizajes no solo son la estructura de nuestra persona, sino también la esencia de la cultura que servirá de fundamento a las sociedades del futuro. Aprender es generar humanidad, por eso es tan importante que esté inscrito en nuestra propia biología. Hacerlo bien es contribuir a mejorar nuestra especie

y nuestro mundo. En esta segunda parte vamos a asomarnos a algunos aliados del aprendizaje que nos ayudarán a hacerlo mejor y a incorporar lo que aprendamos a la construcción de una vida plena y con sentido.

Curiosidad

No existe vida que, aun por un instante, no sea inmortal.

WISLAWA SZYMBORSKA,
premio Nobel de Literatura, 1996

Hace más de tres millones y medio de años un volcán al norte de lo que hoy es Tanzania entró en erupción cubriendo los alrededores de ceniza. Una fina lluvia empapó en aquel momento las huellas que diversos grupos de animales iban dejando sobre las cenizas en su huida, y nuevas cenizas fueron cubriendo esas huellas con una capa que se endureció y las preservó del paso del tiempo. Más tarde, la erosión de cientos de miles de años las volvió a sacar a la luz. Una serie de casualidades improbables hizo que aquel conjunto de huellas del Plioceno se pudiera conservar casi intacto hasta que en 1976 un equipo de paleontólogos que trabajan en Laetoli, en el yacimiento de Olduvai, reparó en su existencia. Entre las huellas de aquellos animales antiguos, la extraordinaria paleoantropóloga Mary Leakey encontró asombrada las de un par de homínidos, quizá tres, que huían del volcán. El más grande podría ser un macho, el más pequeño una hembra que además posiblemente llevaba una cría en su cadera izquierda. Junto a ellos, con sus huellas superpuestas sobre las de los dos primeros, tal vez caminaba otro miembro menor del grupo. Leakey no daba crédito a lo que estaba viendo. No

existían huellas de homínidos de aquella antigüedad tan sorprendentemente parecidas a las pisadas de los humanos actuales. Esas huellas adelantaban tres millones y medio de años nuestros primeros pasos en posición erecta. El dedo gordo, el arco del pie, la fuerza lateral, el talón... Los expertos dicen que posiblemente sean huellas de *Australopithecus afarensis*, el primer homínido reconocible, la especie de nuestra primera madre, Lucy. Las huellas descubiertas por Leakey en Laetoli demuestran que ya caminábamos erguidos antes de que nuestro cerebro alcanzara su actual desarrollo. Lo cual puso fin a un profundo debate paleontológico y reescribió la historia de nuestra especie.

Pero aquel rastro sobre ceniza nos dice algo más acerca de nuestros antepasados y de nosotros mismos. Observando detenidamente el curso de aquellos pasos antiguos se apreciaba que de entre todos aquellos animales que huían de la violencia del volcán hubo uno que se detuvo a mirar, que demoró la marcha para volverse a contemplar la erupción. Las huellas indican que, ya fuera movida por la curiosidad, por el asombro o por una sensación de amenaza, aquella mujer primigenia suspendió la marcha y miró hacia la izquierda. Leakey escribió años después en *National Geographic*: «Esta emoción, tan intensamente humana, trasciende el tiempo. Hace tres millones seiscientos mil años, una de nuestros remotos ancestros experimentó un momento de duda». La escena resulta tan reconocible y tan familiar que sorprende y emociona que ocurriera hace tantísimo tiempo, en un espécimen que aún estaba lejos de convertirse en un humano, pero que comenzaba a serlo, que apartó por un momento sus pasos de los del resto de los animales. Una mujer antepasada, remota que, con su criatura a cuestas, se vuelve bajo la lluvia para mirar el volcán. Una instantánea del tiempo en el que empezamos a ser quienes somos,

aquellos que miran el mundo buscando una explicación. Somos hijos de aquella que se puso en pie, caminamos erguidos como ella, sus huellas son las nuestras. Pero sobre todo somos hijos de aquella que volvió la mirada, la que detuvo el paso. Somos hijos del asombro y de la curiosidad.

La curiosidad es el hambre de saber. Literalmente. La curiosidad funciona en nosotros del mismo modo que funcionan algunas de las sensaciones que nos llevan a buscar lo que necesitamos para vivir, como individuos y como especie. Funciona como la sed, el hambre o el sexo. Buscamos el conocimiento para poder vivir. En gran parte es eso lo que nos ha hecho diferentes como especie, y es una de las fuerzas principales del aprendizaje. Si algo despierta nuestra curiosidad queremos conocerlo, queremos saber más.

Hay un cierto tipo de curiosidad animal que compartimos con otros seres vivos. Los animales son curiosos, y tiene sentido que lo sean, porque los ayuda a sobrevivir. Si un roedor tiene su madriguera en medio de un bosque, saldrá periódicamente a explorar los alrededores para saber si el entorno sigue siendo seguro. Necesita ver si las fuentes de alimento siguen disponibles, si no han llegado rivales o, peor aún, depredadores, si sigue teniendo vías de escape en caso de necesitarlas. Nosotros también tenemos esa curiosidad innata, evolutiva, exploradora. Pero la curiosidad humana va mucho más allá. Nosotros tenemos curiosidad por saber más, llegamos a tener curiosidad por cosas que en principio no nos van a proporcionar alimento ni nos van a salvar de un depredador. Buscamos saber más, aunque los nuevos conocimientos sean saberes abstractos o sin una aplicación práctica inmediata. Nos gusta saber de forma natural, y, a menos que esa curiosidad haya sido cercenada, la mantenemos durante toda la vida.

La curiosidad contribuye al aprendizaje al menos de dos maneras

diferentes. En primer lugar, la curiosidad parte de una cierta evaluación de lo que sabemos y de lo que podríamos saber. Nos damos cuenta de que hay un espacio que mejorar, de que hay algo que nos gustaría conocer. Y cuando digo «gustaría», lo digo en el sentido más biológico de la palabra: en nosotros se activan los mismos circuitos del placer y la recompensa que se activan con otras muchas cosas que nos gustan. Así pues, percibimos un hueco en nuestro conocimiento y alimentamos el deseo de cubrirlo. Una vez detectado ese hueco de conocimiento, no hay marcha atrás. El vacío de conocimiento tiene consecuencias emocionales, que nos impulsan a llenarlo. Esto nos hace conscientes de lo que sabemos y de lo que no, lo cual es un factor importantísimo en el aprendizaje. La segunda forma en que la curiosidad contribuye al aprendizaje es a través de la motivación. Generamos una necesidad de llenar los huecos de conocimiento, y esa necesidad nos impulsa a hacer los esfuerzos que sean necesarios para satisfacer nuestro deseo de saber. Se trata de una motivación inicial que luego tendremos que ir manteniendo en el tiempo y que no va a constituir necesariamente la base de la continuidad en el aprendizaje, pero que cumple perfectamente su papel de chispazo inicial que enciende la llama.

El poeta W. B. Yeats decía que la educación no es llenar un cubo, sino encender un fuego. La parte de verdad que hay en esa frase nos habla de la importancia de inflamar la curiosidad, de encender esa chispa. La curiosidad es el principal aliado del aprendizaje, sin duda. Creo que enseñar a alimentarla es precisamente el principal objetivo de la escuela: proporcionar el deseo de aprender. Si lo logramos, como hemos visto más arriba, seremos capaces de aprender mucho y de formas muy variadas. Si dejamos morir la curiosidad —lo cual puede ocurrir— palidecerá nuestro deseo innato de saber y será nuestra propia vida la que palidezca.

La curiosidad funciona de una manera peculiar, como una especie de U invertida (Figura 6). Esta U invertida podemos identificarla en función de tres factores que alimentan la curiosidad.

En primer lugar, relaciona curiosidad y novedad. Cuando algo es poco novedoso o sorprendente, no despierta nuestra curiosidad, ya estamos acostumbrados a ello, no nos estimula. En el otro extremo, cuando nos resulta demasiado novedoso, no nos sentimos capaces de interpretarlo, no nos llama la atención, tampoco despierta nuestra curiosidad porque lo interpretamos como algo inalcanzable o lejano y, por tanto, irrelevante para nosotros. En algún lugar del centro se encuentra el punto más alto de curiosidad en cuanto a novedad y sorpresa. Cada uno de nosotros percibirá este pico máximo de curiosidad más desplazado hacia la izquierda o hacia la derecha, hacia la familiaridad o hacia la novedad absoluta. Así pues, habrá gente a la que no será necesario sorprender demasiado para que sienta curiosidad, y, al contrario, otras personas solo encontrarán fascinantes las novedades más sorprendentes y alejadas de su experiencia previa. Lo mismo ocurre con el conocimiento. Aquello que ya sabemos no despierta nuestra curiosidad, ya nos resulta conocido y no sentimos ese picorcillo que nos mueve a rellenar un hueco de conocimiento. Por el contrario, si es algo totalmente desconocido para nosotros lo interpretaremos como inalcanzable y no despertará nuestra curiosidad, no nos parecerá interesante. Finalmente, El grado de confianza en ser capaces de conocer aquello que tenemos delante también sigue el mismo patrón de U invertida de la curiosidad. Un poco de incertidumbre nos estimulará a movernos, excitará nuestra curiosidad, pero un alto grado de incertidumbre, es decir, una confianza muy baja en poder llenar ese hueco de conocimiento, generará una ansiedad que a su vez paralizará nuestra curiosidad. Del mismo modo, si algo nos resulta

demasiado asequible, demasiado fácil, difícilmente estimulará nuestra curiosidad, pues nos resultará rutinario. Nos lanzamos a aprender porque detectamos un hueco en nuestro conocimiento, pero solo nos lanzamos a cubrirlo si lo vemos factible.

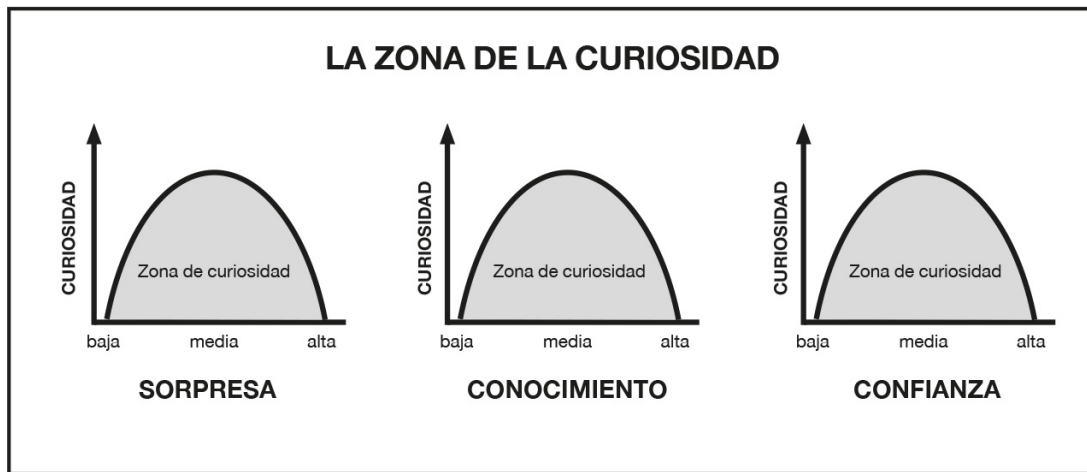


Figura 6. La U invertida de la curiosidad frente a la sorpresa, el conocimiento y la confianza.

Manejar de forma adecuada la curiosidad probablemente sea la herramienta más poderosa para emprender el aprendizaje. Es vital y a la vez es frágil. De pequeños la ejercemos con voracidad, y en cuanto ya podemos hablar, cuestionamos continuamente el porqué de las cosas, en cadenas interminables de preguntas consecutivas. Luego ocurre que muchas personas, ya durante la infancia, aparcen la curiosidad, dejan de preguntar, ese impulso se va apagando, y aunque no muere, porque siempre podemos reactivarlo, permanece en estado latente. Observar por qué ocurre esto puede ayudarnos a estimular nuestra propia curiosidad y, por consiguiente, a potenciar nuestros aprendizajes. La primera amenaza que se cierne sobre nuestra curiosidad es la falta de estímulos que la exciten. El matemático y filósofo Gian Carlo Rota premiaba en sus clases del MIT a los estudiantes que hacían las mejores preguntas. Las

buenas preguntas nos hacen darnos cuenta de esos vacíos de conocimiento que más tarde sentiremos la necesidad de cubrir. A veces percibimos reacciones adversas a nuestras preguntas y dejamos de atrevernos a preguntar. Eso es peligroso para nuestra curiosidad. Y finalmente, otro enemigo de la curiosidad es el aprendizaje pasivo. Si nos involucramos en nuestros aprendizajes sin permitir que nos lo den todo hecho, estimularemos la curiosidad, y ello nos llevará a avanzar de forma más consistente. Un segundo factor que acecha a la curiosidad es la falta de un adecuado nivel de estímulos. A veces nos ocurre que cuanto más sabemos sobre un tema, más difícil resulta mantener el componente novedoso que estimula la curiosidad, y, al contrario, puede suceder que cuando empezamos con un tema nos sintamos abrumados y no demos el primer paso. Por eso es buena idea plantearse temas accesibles pero novedosos, que nos estimulen pero que no nos generen ansiedad. Podemos hacerlo durante todo el proceso de aprendizaje, puesto que en cualquier disciplina que hayamos elegido siempre podemos encontrar los estímulos adecuados (sobre todo si compartimos la inquietud con otras personas), y gracias a ellos mantener activo el motor de la curiosidad.

De alguna manera, nuestro afán por aprender nuevos saberes, por conocer aquello que nos llama la atención, es heredero de aquel mismo impulso que animó a nuestros antepasados a explorar nuevos territorios y a fijarse detalladamente en el funcionamiento de todo cuanto los rodeaba. Hoy sabemos mucho más sobre nuestra propia curiosidad y su funcionamiento, cuáles son sus mecanismos e incluso las razones químicas por las que nos resulta tan satisfactorio saber cosas nuevas. No debemos olvidar que somos una especie curiosa, exploradora, que siempre lo hemos sido. La curiosidad es el principal aliado del aprendizaje. Cuando decidimos

leer ese libro sobre un tema nuevo, seguir ese curso que nos llama la atención, o emprender el aprendizaje de algo que no nos habíamos planteado antes, estamos siguiendo un impulso originario de nuestra especie.

Aburrimiento

Toda la desdicha de los hombres proviene de una sola cosa, que es no saber permanecer en reposo, dentro de una habitación.

BLAISE PASCAL

Nadie quiere aburrirse, y eso es un hecho demostrado científicamente. Estamos dispuestos a hacer casi cualquier cosa con tal de no aburrirnos. Tim Wilson, profesor del Departamento de Psicología de la Universidad de Virginia, lo probó en un experimento curiosísimo que llevó a cabo junto con su equipo en 2014. Es un experimento extraño cuyos resultados resultan sorprendentes. Los sujetos del experimento debían limitarse a permanecer en una habitación, entre seis y quince minutos, sin hacer nada. Tan simple como eso. Wilson y sus colaboradores realizaron distintas variantes del experimento, demostrando que en general a la gente no le gusta quedarse sentada sin hacer nada. Y que eso no depende de la edad, del nivel económico o cultural, ni lo enganchada que esté a sus teléfonos móviles. Pero de entre todas las variantes de aquella serie de experimentos, hay una que me llama muchísimo la atención, y es la que más me sorprende. A los sujetos del experimento les presentaron varias sensaciones agradables y desagradables, entre las cuales estaba recibir una pequeña, aunque intensa, descarga eléctrica, que los participantes calificaron de

desagradable. Se les preguntó si estarían dispuestos a pagar dinero (cinco dólares) para no recibir la descarga. Varios participantes afirmaron sin titubeos que estarían dispuestos a pagar. Pues bien, con estos participantes, solo con los que estaban dispuestos a pagar para evitar la descarga, llevaron a cabo el siguiente experimento: Se les pidió que permanecieran sentados en una habitación a solas durante quince minutos, sin distracciones, simplemente con sus pensamientos. En la mesa que tenían al lado había un botón que ellos podían pulsar cuando quisieran. El botón les daría una descarga eléctrica. La misma descarga eléctrica que les había parecido desagradable hasta el punto de estar dispuestos a pagar por evitarla. ¿Creéis que hubo alguien que prefirió recibir esa descarga a aburrirse durante quince minutos? Sorprendentemente, más o menos la mitad de los sujetos del experimento pulsaron el botón y recibieron la descarga. Mejor sufrir una experiencia desagradable que aburrirse. Resulta significativo que el porcentaje de mujeres que pulsó el botón fue de un 25 por ciento, mientras que casi el 70 por ciento de los hombres decidió aplicarse la descarga eléctrica.

No nos gusta aburrirnos, está claro, y pocas personas nos dedicamos a tener ratos para simplemente pensar sin objetivo y relajarnos. El equipo de Wilson hizo una encuesta previa a sus estudios y entre otros resultados registraron que el 83 por ciento de las personas encuestadas no solía dedicar tiempo a pensar o a relajarse. ¿Existe alguna razón para ello? ¿Qué utilidad puede tener el aburrimiento? Esto también se ha estudiado, y una serie de trabajos de las universidades de California, en Estados Unidos, de Limerick, en Irlanda, de Lancashire, en el Reino Unido, y del Instituto Max Planck de Ciencias Cognitivas de Leipzig, en Alemania, han hallado una relación entre el aburrimiento y ciertas conductas

positivas. Por ejemplo, se ha comprobado que aburrirnos estimula la creatividad, mejora el pensamiento divergente y las soluciones imaginativas ante cualquier problema que pueda surgir. Los estudios También han concluido que el aburrimiento puede motivarnos a desarrollar conductas altruistas o a implicarnos socialmente. ¿Qué explicación puede haber para todo esto?

Por lo general, la sensación de aburrimiento no sobreviene porque uno no tenga nada que hacer, o no tenga ninguna posibilidad de emplear su tiempo en algo atractivo, sino que más bien aparece cuando ninguna de las opciones que tenemos delante nos resulta atractiva. Y entonces el malestar que sentimos nos impulsa a actuar para evitarlo. Para remediarlo podemos hacer varias cosas. Una es implicarnos en alguna actividad que sí nos estimule y nos haga sentir que estamos aprovechando el tiempo, como hablar con alguien, trabajar, leer, escuchar música, estudiar o practicar algún deporte. Otra alternativa sería tener una distracción pasiva, que no nos exija demasiado, pero nos saque de ese aburrimiento que nos hace sentir a disgusto. Finalmente, podemos pensar, desarrollar una actividad interna, dejarnos llevar por nuestros pensamientos. Esto último no es exactamente lo mismo que el aburrirse, aunque haya gente que lo confunde. Nos referimos al pensamiento disperso, que en inglés suele llamarse *mind wandering* o también *scatterfocus*. El pensamiento disperso cumple tres funciones básicas: planificar, tener nuevas ideas y recargar nuestra energía mental. Así como la concentración es básica para ser productivos en el trabajo o en el aprendizaje, el pensamiento disperso es básico para la creatividad. Estas tres funciones son muy importantes, por eso resulta aconsejable reservar tiempo para dejar vagar la mente, mientras paseamos rodeados de naturaleza o por un parque, o bien mientras realizamos alguna tarea que no nos exija demasiada concentración.

En cuanto a la relación del *mind wandering* con el aprendizaje, cuando nos dejamos llevar por nuestros pensamientos generalmente hacemos dos cosas (no son las únicas, pero son las que se experimentan con más frecuencia). Una es generar pensamiento creativo, ya que permitimos a nuestro cerebro establecer conexiones entre los conceptos, recuerdos, problemas y preguntas que tenemos almacenadas. Más adelante hablaremos de si se puede aprender la creatividad. Una variante de este pensamiento creativo es repasar aquello que sabemos y verlo desde perspectivas nuevas. La otra cosa que hacemos en los ratos de aburrimiento es planificar. Cuando nos aburrirnos, nos planteamos nuestra vida a medio y a largo plazo, y analizamos las razones por las que estamos haciendo lo que sea que nos tenga ocupados: nuestro trabajo, nuestros estudios... y también pensamos en lo que nos gustaría hacer. El aburrimiento nos coloca en una situación en la que no queremos estar, y pensamos en alternativas para vencerlo.

Si no dejamos espacio para el pensamiento disperso, si llenamos con distracciones (o con trabajo) todos los momentos que tenemos para aburrirnos, estaremos desperdiciando las ventajas que brinda el aburrimiento y los aprendizajes que podemos extraer de esos momentos. Probablemente este sea uno de los mayores peligros de tener siempre a nuestra disposición un medio de entretenimiento (nuestro teléfono móvil) para llenar los ratos de aburrimiento. No sabemos gestionar esos espacios, ya hemos visto que no nos gustan; así que, si tenemos algo a mano que nos entretenga, pues nos dejamos entretener. De ahí que tan a menudo nos pasemos horas viendo la televisión o navegando por internet o por las redes sociales sin un propósito específico, simplemente para evitar el aburrimiento. Abandonar el teléfono durante esos ratos en los que

no tenemos nada que hacer es una buena forma de permitirse entrar en este modo de pensamiento tan útil, y sin embargo tan infravalorado.

Probablemente la versión más útil y disfrutable del aburrimiento sea pasear. El paseo ofrece todas las posibilidades positivas del aburrimiento creativo y relajante, del pensamiento disperso. Cuando paseamos por lugares conocidos y que no estén plagados de estímulos que reclamen nuestra atención, permitimos a nuestros pensamientos discurrir libremente, y entonces se desarrollan esas capacidades creativas, de planificación, etcétera. En medio de una ciudad resulta difícil, porque hay demasiados estímulos, pero la naturaleza o un parque sí permiten entrar en modo disperso y dejar que nuestra creatividad trabaje por nosotros mientras recargamos nuestra energía mental para nuestro trabajo o nuestros aprendizajes. En mi labor como matemático el paseo es una herramienta utilísima. Lo he comprobado muchas veces, lo uso de manera consciente y la mayoría de mis colegas también lo hace. Cuando estamos enfrascados en problemas matemáticos profundos o difíciles, cuando debemos tomar alguna decisión meditada, pasear es una herramienta fundamental. Yo tengo comprobado que el mayor beneficio lo obtengo cuando me obsesiono con un problema, pienso en él de manera intensa en mi despacho, con los colegas, en la pizarra, en el cuaderno o el ordenador, etc., y después «lo saco a pasear». Eso significa que, cuando me encuentro atascado en una fase obsesiva, doy un paseo por el parque, sin pensar en nada en concreto, y dejo que mi cabeza vague a su aire por donde quiera. Durante ese vagar libremente, a veces surgen ideas nuevas sobre el problema, ideas que no se me habían ocurrido pensando de forma voluntaria en la resolución. Después sigo alguno de esos hilos en el papel o en la pizarra, y más de una vez he obtenido ideas que de

verdad merecían la pena. Yo lo aplico a los problemas matemáticos, pero lo cierto es que sirve para casi cualquier cosa en la vida. No me imaginaba yo que en este libro acabaría recomendando pasear, pero sí, resulta que es un aliado formidable del aprendizaje. Porque al pasear en soledad se mantiene el nivel de atención bajo, y ello permite elaborar pensamiento sin reaccionar a estímulos exteriores, exactamente igual que sucede con el aburrimiento. Con todo, sucede demasiado a menudo que cuando la gente sale a pasear lleva consigo algún sistema de entretenimiento, y pasea escuchando música o pódcast, con lo cual se está privando de disfrutar de los beneficios del pensamiento libre.

Aunque suene paradójico, no lo es en absoluto: hay que aburrirse. Buscar momentos para el aburrimiento les hará un gran bien a nuestros aprendizajes.

Dudar

Es imposible para el hombre aprender lo que cree que ya sabe.

EPÍCTETO

El Centro Cultural de la Ciencia de la ciudad de Buenos Aires alberga, entre otras instalaciones, un museo científico. Este museo tiene por nombre «Lugar a dudas». Sus creadores dicen de este museo: «Lugar a dudas no es un espacio de respuestas, sino de experiencias que invitan a hacerse preguntas». Este centro cultural tiene como objetivo expreso vincular la ciencia con la vida diaria, y compartir sus modos de conocer y descubrir el mundo natural y social. Si uno lo piensa un poco, no hay nada más acertado para un museo de ciencia que ser un lugar para la duda. Lo es porque la ciencia progresa a base de dudar tanto como sea posible (pero no más), y lo es también porque *museo* significa «casa de las musas», aquellas deidades griegas que provocaban o concedían la inspiración artística. No existe como tal una musa consagrada en exclusiva a la ciencia, si bien la más científica de las nueve musas seguramente sería Urania, la musa de la astronomía. Así que ¿por qué no proponemos una musa de la ciencia? Podemos llamarla *Duda*.

En su maravilloso libro *El pensador intruso*, Jorge Wagensberg dice que esencialmente tenemos tres modos de acercarnos al

conocimiento de la realidad: el de la ciencia, el del arte y el de la creencia. Y que en todo pensamiento humano se da una mezcla de los tres. De entre esos acercamientos al conocimiento del mundo de los que nos hemos servido las civilizaciones humanas, podríamos decir que el acercamiento desde la creencia es el que está menos instalado en la duda, puesto que persigue más bien la seguridad y la permanencia de su modelo del mundo. El acercamiento científico, por el contrario, se asienta de forma esencial en la duda. Pero igual que ocurre con la práctica, como ya hemos visto, o con el error, como veremos un poco más adelante, no todas las dudas sirven para aprender. La única duda que nos ayuda en los aprendizajes es aquella que nos brinda la oportunidad de mejorar nuestra visión del mundo.

Cuando emprendemos el aprendizaje de una disciplina, nuestro mecanismo de duda debe estar siempre alerta, cuestionar constantemente los conocimientos que vamos adquiriendo nos sirve para calibrar nuestro propio conocimiento, para saber bien qué es lo que sabemos y hacernos una idea de lo que no sabemos. Además, la duda comporta una búsqueda activa de *feedback*, una evaluación (en el sentido de conocer el valor) de lo que vamos aprendiendo y de cómo lo vamos aprendiendo. La duda está muy relacionada con el arte de la pregunta, de la que hablaremos enseguida, es el paso previo a la pregunta. La duda detecta las posibles grietas del aprendizaje o las posibles bifurcaciones que ofrece aquello que estamos aprendiendo. La pregunta busca solucionar la duda. Allá donde se detecta una inconsistencia, no tenemos claro si estamos interpretando bien las cosas o se nos presentan distintas alternativas para continuar con el aprendizaje, la pregunta nos aporta la visión de otra persona. Una de las labores del experto o guía es detectar esas posibles inconsistencias o situaciones de

interpretación ambigua. Pero hay muchísimas ocasiones en las que aquello que el experto es capaz de identificar no alcanza a cubrir las múltiples situaciones que pueden suscitar dudas entre los aprendices. La cosa puede ser incluso peor, en caso de que el experto detecte de forma errónea las necesidades de aprendizaje y ofrezca incentivos que no ayuden, sino todo lo contrario. Es lo que en economía se llama *incentivo perverso*, cuyo ejemplo principal es el *efecto cobra*.

El efecto cobra tiene su origen en la época de dominio de la India por parte del Imperio británico. En cierto momento de la historia, las autoridades británicas estaban preocupadas por la numerosa población de cobras venenosas. Entonces adoptaron la medida de ofrecer una recompensa a los ciudadanos locales por cada cobra muerta que entregaran. Al principio la medida produjo el impacto deseado y se cazaron muchas cobras para ganar la recompensa. Al poco tiempo, sin embargo, la medida tuvo un efecto contrario al que pretendía: parte de la población comenzó a *criar* cobras para luego matarlas y obtener así la recompensa. Cuando el Gobierno se enteró, retiró la recompensa, y los criadores de cobras las dejaron en libertad, con lo cual la población de cobras era mayor que al inicio de la campaña. La recompensa fue un incentivo perverso porque provocó el efecto contrario al que buscaba.

En el caso del aprendizaje estos incentivos perversos pueden inducir a tomar caminos equivocados durante largo tiempo, caminos que luego cuesta esfuerzo deshacer. La prevención de posibles problemas o malentendidos en el aprendizaje es un camino de ida y vuelta. Por parte del experto, o de quien diseña un curso, lo que suele hacerse es estudiar bien el contenido *tal como se pretende enseñar*, y eso implica descubrir las principales dificultades o puntos ambiguos. Una vez detectados estos, se proponen actividades

específicas, se insiste y se repasan esos puntos, o se proponen explicaciones alternativas que permitan aprenderlos mejor. Por parte del aprendiz, la herramienta es la combinación de duda y pregunta. Puede que encontremos dificultades particulares que no aparecen en los lugares que el experto valoró como más difíciles, sino en otros que no se tuvieron en cuenta. La duda los detecta y la pregunta busca la solución. Es una detección personalizada de puntos críticos a cargo del aprendiz.

No es bueno dudar de todo el tiempo. Por desgracia, en ciertos ámbitos, se fomenta la duda permanente con insistencia, lo cual da pie a plantear dudas que no resultan útiles, ni para quienes las tienen ni para quienes no las tienen, y que ralentizan o desmotivan el aprendizaje. Este sería un ejemplo de incentivo perverso. Si recompensamos la duda por el mero hecho de tenerla, nuestros aprendizajes perderán solidez y nos resultará más difícil avanzar (en particular si estamos aprendiendo en grupo). La duda debe ser capaz de construir aprendizaje, y para eso ha de basarse en el objetivo de detectar ambigüedades o dificultades personales del aprendizaje. Si no es así, la convertiremos en un impedimento.

Por supuesto, no me olvido de la duda metodológica, que nos sirve como sistema de pensamiento. Es lo que hizo Descartes en su famosísimo *Discurso del Método*: dudar de todas las fuentes de conocimiento para tratar de encontrar un punto sólido a partir del cual construir de vuelta el conocimiento sobre bases bien fundamentadas. Concluyó que, para poder pensar, uno tiene que existir. Lo dijo en latín, y su frase ha pasado a la historia: *Cogito ergo sum*. Descartes usa la duda como método, duda de aquello que le ofrecen los sentidos, duda del contenido de su pensamiento, de los axiomas... de todo. Hasta que llega a un punto del que no puede dudar: si está pensando es porque existe. Y a partir de ahí,

de darse cuenta de que no puede dudar de su propia existencia, construye el pensamiento. Poner en duda lo que damos por sentado es un buen método de aprendizaje, porque nos lleva a afirmar los principios básicos y así asentar nuestro conocimiento de modo más consistente. Es la duda como método. Pero, cuidado, porque puede convertirse fácilmente en un incentivo perverso, como las cobras de la India, y entonces estaríamos fomentando la duda por sí misma. La duda por el mero hecho de dudar no es buena, y quienes nos dedicamos a las ciencias muchas veces nos encontramos con personas que lo ponen todo en duda sin que ese cuestionamiento aporte ningún beneficio. Estas personas desconfían del conocimiento científico que hemos acumulado durante siglos, simplemente porque así creen que no se están dejando engañar. La duda puede servir para dos cosas: para detectar ambigüedades o dificultades en el aprendizaje; o como método para afianzar el conocimiento. Si no es para ninguna de las dos, no sirve.

En los aprendizajes que estoy haciendo mientras escribo este libro, y que ya llevo suficientemente avanzados, he tenido bastantes dudas, pero casi todas de fácil solución. He tenido dudas profundas en algunos momentos de mi estudio de la geometría algebraica. Ha habido conceptos delicados, o bien que me parecía que tenían relación con otros que yo ya conocía y no sabía si estaba interpretando correctamente esa relación. A veces las dudas surgían de mi curiosidad, de mi deseo de detectar posibles vacíos de conocimiento que quería llenar. Todas esas dudas me han hecho estudiar con mayor atención las partes que las suscitaban para poder formular las preguntas adecuadas que me permitieran progresar en el estudio. Me han servido para prestar atención a algunos puntos en concreto. Dejarlos pasar hubiera supuesto entender de un modo más superficial algunos aspectos que después

me hubieran dificultado el aprendizaje posterior. Esto ocurre en muchas disciplinas, pero sobre todo en matemáticas es clave: si tienes dudas, detente, analízalas, resuélvelas o pide ayuda para resolverlas, y solo entonces sigue avanzando. Con los otros aprendizajes he tenido menos oportunidad de ejercer este tipo de duda útil, por la propia naturaleza de las materias y también porque el aprendizaje que he emprendido es más superficial. Tanto con mis dudas matemáticas como con las otras, la solución ha sido preguntar. Saber preguntar bien es muy importante, y será nuestro próximo aliado del aprendizaje.

Saber preguntar

Las respuestas están todas por ahí, simplemente tenemos que encontrar las preguntas adecuadas.

OSCAR WILDE

Durante muchos años he impartido en la universidad un curso de introducción a los sistemas informáticos. Está destinado a estudiantes de primero, recién llegados a la universidad. Es un curso que pretende hacer de los estudiantes usuarios conscientes y algo avanzados de un ordenador. Enseñamos cómo están diseñados los ordenadores, cuáles son sus partes, cómo codifican la información, cómo funciona internet, y también una serie de habilidades prácticas como por ejemplo la programación de páginas web o la administración de un sistema operativo. En ese curso hay muchas horas de sesiones prácticas en una sala de ordenadores donde los estudiantes siguen un guion escrito que les va indicando las distintas tareas que deben realizar para alcanzar el objetivo de cada sesión. Lo hacen en el ordenador, y muchas veces se producen errores, no saben cómo continuar, el ordenador no los entiende o viceversa. Entonces alguien levanta la mano —«Profesor, me da error, ¿qué hago?»—. Si es el primer día de clase, me acerco a quien ha preguntado, trato de ver dónde está el error o la dificultad y le muestro por qué ha ocurrido y cómo

solventarlo. Pero eso lo hago solamente el primer día de clase. Cuando acaba esa primera sesión hago saber a mis estudiantes que ya no volveré a contestar una pregunta como «Profesor, me da error, ¿qué hago?» (no soy totalmente estricto al respecto, pero trato de serlo, por las razones que veremos a continuación). Además, reparto un documento en el que indico la estructura de una pregunta que merecerá una respuesta. No es que me niegue a solucionar sus dudas, por supuesto, simplemente les indico cómo formularlas correctamente para que sean preguntas útiles de verdad. Como se trata del manejo de programas y aplicaciones en un ordenador, les explico que la pregunta ha de tener al menos tres partes:

- Primero, cuál es la situación: por ejemplo, en qué sistema operativo están, qué aplicación están utilizando y qué es lo que querían hacer cuando ha saltado el error.
- Segundo, qué mensaje de error les ha salido, si es que ha habido alguno. En muchísimos casos el proceso de la pregunta termina aquí, porque cuando leen con atención el mensaje de error (a veces ni siquiera lo habían leído, a todos nos ha pasado alguna vez) y al tener que transmitírmelo a mí, sucede que ellos mismos se dan cuenta de lo que tienen que hacer para solucionarlo.
- Tercero, qué han intentado hacer para resolver el error. Si no han intentado nada puede deberse a que se sienten totalmente incapaces, aunque eso ocurre muy pocas veces. En casi todas las ocasiones lo que pasa es simplemente que han adoptado un rol pasivo, y al obligarlos a incluir estos intentos en la pregunta se sienten movidos a intentar algo, con lo cual a veces ellos mismos resuelven el error.

Si después de haber dado estos pasos la duda persiste, entonces

trato de ayudarles. Preguntar así les resulta más útil a ellos, y a mí me permite atinar más con la respuesta. Hacer que mis estudiantes planteen las preguntas de las sesiones prácticas siguiendo estos tres pasos aporta una serie de beneficios que he comprobado año tras año. Primero, hay muchas menos preguntas, y no porque no se sientan cómodos preguntando, más bien al contrario, sino porque muchas veces ellos mismos solucionan el error antes de preguntar. Lo cual conlleva un aumento de su autoeficacia, esa confianza en su propia capacidad que hemos visto unos capítulos más arriba. Otro punto positivo es que los estudiantes hacen muy buenas preguntas. Preguntas que verdaderamente identifican un vacío de conocimiento, una distancia entre lo que saben y lo que se les pide en clase. Esas preguntas nos hacen avanzar mucho, porque dan pie a mejorar la explicación, a insistir en algún aspecto que yo había dado por supuesto, o en algún fallo del sistema que podemos remediar.

Estas son las preguntas que resuelven dudas. En el apartado anterior hemos visto cuál es el papel de la duda en el aprendizaje. Cuando dudamos, detectamos ambigüedades o dificultades en el aprendizaje. Resolverlas nos hará avanzar. El mecanismo que conecta duda y aprendizaje es la pregunta. Y prestar atención a cómo preguntar bien nos permitirá llevar a cabo ese avance. Preguntar bien es preparar una buena pista donde pueda aterrizar al aprendizaje.

Pero no todas las preguntas son de este tipo. Hay otras preguntas que suponen un paso adelante, un impulso creativo. Hay preguntas que inauguran campos enteros del saber. Que van más allá de lo que se sabe. Cuando sabemos mucho, también sabemos hacernos buenas preguntas, y eso hace avanzar el conocimiento. Las preguntas creativas parten de la comprensión y de la curiosidad. En

realidad, hacer ciencia es esencialmente hacer buenas preguntas y tratar de resolverlas. Cuando digo ciencia hablo en el sentido más amplio de la palabra, hablo de conocimiento en cualquier ámbito. Una buena pregunta es una joya. Lo sabe cualquiera que haya sido profesor y cualquiera que haya sido estudiante. En matemáticas, por ejemplo, como en cualquier otra disciplina, tenemos constancia de algunas preguntas que han marcado parte de la historia de la materia. Una de ellas es sin duda la conjetura de Fermat, hoy en día conocida como el último teorema de Fermat.

Pierre de Fermat fue un abogado y aficionado a las matemáticas que vivió en el siglo XVII. Era conocido como el «príncipe de los aficionados» por la agudeza de sus intuiciones y sus brillantes razonamientos. Fue muy buen matemático, aunque no se dedicara profesionalmente a ello, y mantuvo relación con algunos de los más grandes de su época. En su ejemplar de la *Aritmética* de Diofanto, Fermat planteó una conjetura de apariencia inocente: no se pueden sumar dos números enteros a y b elevados a una misma potencia n , mayor que 2, de forma que esa suma dé como resultado un tercer número entero elevado a esa misma potencia n . Seguramente esto se entenderá mejor con algún ejemplo. Si la potencia n a la que elevamos esos números a y b fuera 2, la suma que dice Fermat sí puede conseguirse, o sea, hay veces en que podemos encontrar un número entero c que elevado al cuadrado sea igual a $a^2 + b^2$. Por ejemplo, $3^2 + 4^2$ es $9 + 16$, y el resultado es 25, que es 5^2 . Hay infinitos tríos como este formado por 3, 4 y 5 que verifican esta propiedad cuando la potencia es 2. Es fácil ver que en este mismo trío no se cumple la propiedad si la potencia es 3, ya que $3^3 + 4^3$ da como resultado 91, que no puede obtenerse como un número entero elevado a 3. El caso es que Fermat decía que cuando la potencia es mayor que dos, no puede encontrarse ningún buen trío que cumpla

la propiedad deseada. No parece algo demasiado complicado de verificar. Para demostrar que la conjetura es falsa, basta con encontrar dos números a y b , y una cierta potencia n de modo que se verifique la igualdad $a^n + b^n = c^n$ para algún entero c . Como hay infinitas posibilidades, parece razonable que encontremos una solución, por más que Fermat dijera que no la hay. Por el contrario, para demostrar que lo que decía Fermat era verdad habría que dar con un argumento, una demostración. ¿Y qué ocurrió? Pues que la conjetura de Fermat se hizo famosísima, decenas, centenares de matemáticos se pusieron manos a la obra con la intención de desmentirla o confirmarla, sin éxito, durante más de trescientos años. Se convirtió en el problema más famoso de la matemática moderna. Los más grandes matemáticos de los tres pasados siglos lo intentaron, para lo cual se desarrollaron herramientas matemáticas nuevas, que luego se convertirían en áreas matemáticas interesantísimas. Hasta que en 1995 el matemático inglés Andrew Wiles logró hacer una demostración completa que confirmaba que Fermat tenía razón desde el principio: no existen tales tríos de números como los que buscaba Fermat. El resultado fue celebradísimo y supuso la fama para Wiles y su compañero Taylor, que trabajó con él en el problema.

Pero no cuento esta historia aquí para mayor gloria de Wiles (que la merece toda) sino para poner en valor la pregunta de Fermat. Esa pregunta provocó una revolución en las matemáticas. Los intentos fallidos de resolverla no fueron en absoluto infructuosos, sino que incluso fueron más valiosos que la propia solución final. Esto ocurre continuamente en las matemáticas. Todos los días los matemáticos del mundo nos planteamos problemas que no sabemos si tienen solución o si, de tenerla, seremos capaces de encontrarla. Pero nuestros firmes intentos de responder esas preguntas son lo que

hace avanzar nuestra disciplina. Es algo que sin duda nos ayuda en nuestros aprendizajes, sean matemáticos o no. Una buena pregunta acompañada de unos intentos cabales de responderla son grandes aliados del aprendizaje.

Plantear buenas preguntas nos permitirá explorar lo que sabemos y lo que no y marcará el camino hacia aprendizajes más sólidos y duraderos, porque tienen un componente significativo, emocional y cognitivo altísimo. Además, ponen en juego nuestro compromiso con la generación de conocimiento. Las preguntas que resuelven dudas nos ayudan a avanzar con firmeza. Las preguntas creativas impulsan la creación de conocimiento. Pero ¿cómo hacerlas bien? A modo de resumen, podemos plantearlas en términos similares a los que empleo con mis estudiantes de informática:

- Si la pregunta surge de una duda, podemos seguir estos pasos: identificar qué estaba aprendiendo yo en el momento en que ha surgido la duda. Identificar qué es lo que me ha hecho detenerme, cuál es la duda, ¿es una ambigüedad, algo que no está claro, algo que es difícil? Tratar de resolver la duda de distintos modos, y si persiste, hacer recuento de todos los intentos. Con toda esta información, ya puedo hacer una buena pregunta que me ayudará a resolver la duda.
- Si la pregunta es creativa, si surge de la curiosidad o del deseo de saber más, también podemos seguir una serie de pasos que normalmente son los que seguimos a la hora de escribir artículos científicos o plantearnos proyectos de investigación: primero, identificar el contexto en el que surge la pregunta, y si esta es nueva. Segundo, tratar de evaluar la relevancia de la pregunta, cuán importante sería resolverla y por qué. Tercero, investigar si alguien más ha tratado de responder esa pregunta y cómo (quizá alguien la ha respondido ya y no lo sabemos). Finalmente, si tras

estos pasos vemos que la pregunta es nueva, es relevante, y que aún no está resuelta, entonces planificamos alguna forma de abordarla y nos lanzamos a la aventura de aprender algo nuevo.

Atención y concentración

Cuanto más significativo sea aquello en lo que nos enfocamos, más significativa será nuestra vida.

CHRIS BAYLEY, *Hyperfocus*

Recuerdo a Míkel, el menor de mis hijos, escuchando a su mamá tocar el piano mientras una de sus alumnas tocaba el violín. Míkel era muy pequeño, aún no tenía dos años. Era un terremotito y tenía esa cara que tienen algunos niños que son la pura luz de una mirada inteligente. Los niños y las niñas, cuando son pequeños son hermosos por muchas razones distintas. Hay algunos, seguro que los has visto, cuya mirada revela la avidez que sienten de saber acerca de todo lo que les rodea. Casi los ves producir conexiones neuronales en tiempo real, percibes que están aprendiendo, percatándose de las cosas. Y a través de sus ojos ves que son capaces de tocar, de asir, de absorber. Míkel era uno de esos niños, estaba hambriento de saberlo todo y lo aprendía todo a una velocidad pasmosa. Y aunque siempre era así, esa capacidad suya de atención absorbente y voraz se multiplicaba cuando se trataba de cualquier cosa que tuviera relación con la música. Lo recuerdo aquella tarde, sentado en el suelo, mientras sus hermanos iban y venían, y una niña de pie junto al piano tocaba el violín. Míkel no había escuchado o visto un violín hasta aquel instante. Captó su

atención de un modo tan absoluto que incluso resultaba cómico. Ver a un niño tan pequeño, tan quieto y con la mirada tan fija y con todo el cuerpo enfocado hacia un objeto tan solemne como un violín tiene algo de divertido. Míkel se reveló años después como un músico sobresaliente. Tiene una capacidad extraordinaria que probablemente viene de ese arrobamiento que sentía desde muy pequeño ante la música y que lo inducía a querer estar siempre en contacto con esta. Durante su infancia la música tuvo mucha relevancia, y desde entonces forma parte importante de su vida. Cuando Míkel escuchaba música de pequeño, ponía toda su atención en ello. Años más tarde, cuando ya era un adolescente, fui a verlo actuar en una de sus audiciones en el conservatorio. Estudiaba contrabajo, y cada fin de curso se celebraba una audición en la que los alumnos y alumnas de cada instrumento mostraban sus progresos a sus familias. Vi subir a Míkel al escenario, al Míkel que yo conocía, delgado y tímido, algo introvertido, tendría unos quince años. Miró al pianista, se hicieron un pequeño gesto con la barbilla para sincronizarse, y comenzaron a tocar una obra de Piazzola al unísono, un tango. No es fácil explicar con palabras la sensación que tuve al verlo tocar. Míkel estaba concentrado sobre el contrabajo, transfigurado. De repente, aquel adolescente frágil aparentaba ser un joven varios años mayor, alternaba firmeza y suavidad, delicadeza, fuerza, un dominio absoluto de la situación, una expresividad variada y siempre acertada. No solo es que no fallara una nota, es que realmente estaba *haciendo música*. Un jovencito a medio hacer que se fundía con un tango escrito tal vez cincuenta años atrás en el otro lado del mundo. Fueron apenas tres o cuatro minutos durante los cuales vi a mi hijo pequeño con una estatura personal que me deslumbró, me quedé maravillado y sorprendido, estupefacto, de alguna manera. Aquella transformación

se produjo por efecto de una concentración absoluta. Durante aquellos tres o cuatro minutos, para Míkel, el mundo consistía en un tango y un contrabajo, nada más; y su persona llenaba por completo ese mundo.

Los dos extremos de esta pequeña historia sobre mi hijo pequeño tienen mucho que ver con dos aliados fundamentales del aprendizaje, la atención y la concentración. La atención es el umbral del aprendizaje, es su primera etapa, es el filtro por donde todo debe pasar. De entre la ingente cantidad de estímulos que recibimos a cada momento, nuestra atención selecciona algunos, de modo deliberado o involuntario. Y el resto los deja pasar sin que apenas ejerzan ningún efecto sobre nosotros. Es increíble que nos pasen inadvertidas algunas cosas que creeríamos imposible evitar, pero la atención es un filtro poderoso, y en ocasiones más incontrolable de lo que nos gustaría admitir. Uno de los ejemplos más conocidos y sorprendentes de este filtro de la atención es la serie de experimentos del grupo de investigación de Christopher Chabris y Daniel Simons, de la Universidad de Illinois, en Estados Unidos. El más famoso de todos es el experimento del gorila invisible. Se trata de un vídeo en el que dos grupos de personas están pasándose sendos balones de baloncesto. Uno de los equipos viste camisetas negras, y el otro, camisetas blancas. Al espectador del vídeo se le encomienda la tarea de contar cuántas veces se pasan el balón los jugadores y las jugadoras del equipo de las camisetas blancas. Mientras los pases se suceden en la escena del vídeo, hay un momento en el que una persona disfrazada de gorila cruza con total parsimonia el centro de la escena donde se encuentran los jugadores de baloncesto, saluda, se golpea el pecho y se va tranquilamente por el otro lado. Sorprendentemente, un 50 por ciento de las personas no ve al gorila. No lo ven en absoluto, ha

pasado claramente por la escena y su cerebro no lo ha registrado para nada, cero, no lo han *visto*. Si sabes de alguien que todavía no haya visionado este vídeo (es muy fácil de encontrar en internet) y al hacerle la prueba no ve el gorila, su reacción tras mostrárselo siempre es de incredulidad. No pueden dar crédito a que algo que sus ojos han percibido de forma tan clara —porque lo han percibido, eso es evidente— no haya sido registrado por su cerebro, ni haya dejado el más mínimo recuerdo. Hasta tal punto nos fiamos de nuestra percepción visual que nos cuesta creer las cosas que pasamos por alto. Cuando vi por primera vez el vídeo de Chabris y Simons yo fui de los que sí vieron el gorila, pero he visto otros experimentos del mismo estilo y me he quedado sorprendidísimo de las cosas que he pasado por alto. En concreto me sorprendió mucho el vídeo de Richard Wiseman titulado «El truco de la carta que cambia de color». El efecto es el mismo que el del gorila, y la sorpresa que experimenté fue mayúscula. Lo enseñé mucho a mis amigos y su reacción es muy divertida, no se lo pueden creer, tal y como me pasó a mí.

Todos estos experimentos apuntan a un fenómeno conocido como «ceguera por falta de atención» (*inattention blindness* en inglés). Hay varios factores que contribuyen a esta ceguera por falta de atención. Fijarnos en ellos puede sernos de ayuda para cultivar nuestra atención a la hora de emprender un aprendizaje, pues lo último que queremos es estar ciegos frente a aquello que queremos aprender.

El primer factor es la visibilidad de los estímulos, su capacidad para capturar nuestra atención. Por ejemplo, podemos estar en medio de una fiesta y de entre todas las conversaciones, música y otros sonidos que nos rodean, centrar nuestra atención en las palabras de la persona con la que estamos hablando. Sin embargo,

si oímos nuestro nombre en una conversación ajena pero cercana, nuestra atención invariablemente se dirigirá hacia esa otra conversación y dejaremos de escuchar, al menos momentáneamente, la que estábamos siguiendo. El segundo factor que contribuye a nuestra ceguera por falta de atención es la cantidad de recursos cognitivos o de trabajo mental que tengamos disponibles. Nuestra capacidad de atención tiene, por así decirlo, recursos limitados, y necesita repartirlos. Si hay algo que consume muchos recursos, no dejará los suficientes para el resto de los estímulos. Trata por ejemplo de seguir leyendo este libro mientras multiplicas mentalmente 16×24 . O sigues leyendo o multiplicas, no podrás hacer las dos cosas a la vez. Ambas exigen que les dediques tus recursos. Esto tiene que ver también con nuestra memoria de trabajo, la memoria a corto plazo de la que hablábamos hace unos cuantos capítulos. Nuestra capacidad de mantener la atención y de realizar varias tareas simultáneamente está relacionada con la capacidad de nuestra memoria de trabajo, que varía de una persona a otra. Un tercer factor tiene que ver con nuestras expectativas. A veces no vemos algo porque estamos esperando ver otra cosa. Si hemos quedado con una persona en un lugar concurrido y viene con un color de pelo distinto al que esperamos, o lleva una ropa diferente de la que nos había dicho que llevaría, puede pasarnos desapercibida entre la multitud incluso aunque se nos cruce por delante. Nuestra atención es activa, está buscando, preseleccionando lo que espera encontrar de entre la inasumible cantidad de estímulos que recibe en un flujo continuo. Finalmente está el factor de nuestra propia pericia para las tareas que estemos realizando. Por ejemplo, cuando alguien lleva años conduciendo, la atención que precisa para llevar a cabo esa tarea es mucho menor que cuando es un conductor novel. Un guitarrista

experto puede estar tocando los acordes de una canción que conoce mientras mantiene una conversación, y sin embargo alguien que apenas está empezando con la guitarra será incapaz de hacer otra cosa que no sea permanecer concentrado en mover adecuadamente los dedos sobre el mástil. Cuanto más expertos somos, menos recursos necesitamos invertir en una determinada tarea, y más atentos podemos estar a otras simultáneas. Es preciso ser cautos a este respecto, porque la automatización de las tareas que dominamos puede inducirnos a perder ese punto necesario de atención y alerta que nos permite reaccionar ante situaciones inesperadas.

Así pues, queda claro que nuestra atención es un bien preciado, escaso y caprichoso. Y que, a su vez, es un bien absolutamente necesario para el aprendizaje. Por eso resulta tan importante dedicarle nuestros cuidados. Ser capaces de poner todos nuestros sentidos en aquello que estamos haciendo cuando aprendemos algo nos permitirá aprenderlo mejor. Y no resulta nada fácil. Concentrarse en una tarea complicada es duro, nuestra cabeza está tratando de huir permanentemente, así que hemos de procurar ayudarla, poniéndole las cosas fáciles. ¿Cuánto tiempo podemos estar concentrados en una tarea? Parece ser que con el mundo digital nuestra capacidad de mantenernos concentrados se ha reducido mucho (si bien en contrapartida hemos ganado otras habilidades). En determinadas circunstancias, como cuando estamos trabajando con el ordenador, nuestra capacidad de concentración puede llegar a reducirse, de media, a unos míseros *cuarenta segundos*, tal como demostró una investigación del equipo de la profesora Gloria Mark, del Departamento de Informática de la Universidad de California. En su libro *Hyperfocus*, Chris Bailey da algunas buenas indicaciones y consejos prácticos para cuidar

nuestra capacidad de concentración. Es un libro dedicado sobre todo a mejorar la productividad laboral, pero la mejora de la atención puede ayudarnos mucho en nuestros procesos de aprendizaje y en nuestra vida en general. Uno de los principios más valiosos que menciona Bailey en su libro consiste en procurar elegir de forma voluntaria hacia dónde enfocamos nuestra atención, que no se nos disperse en otras direcciones, sino que cuando estemos atentos a algo, sea porque hemos sido nosotros quienes hemos elegido el objeto de nuestra atención. Parece obvio, pero en realidad resulta difícilísimo. La atención intencional nos permite mejorar los procesos de aprendizaje, mientras que si prestamos nuestra (valiosa) atención a otras cosas que no hemos decidido nosotros el aprendizaje se verá comprometido. Ser conscientes de a qué le estamos prestando atención en cada momento es un primer paso muy importante. Es lo que se conoce como meta-atención, y forma parte del *mindfulness*, aunque ese no es el único camino que podemos seguir. Según Bailey, la intención precede a la atención, y en muchas ocasiones estamos prestando atención a cosas a las que no tenemos la intención de atender. Podemos lograr un buen nivel de atención, o de concentración, hacia aquello en lo que hayamos decidido concentrarnos si nos preparamos para ello de antemano. De este modo le allanaremos el camino a nuestra débil capacidad de centrarnos. Fundamentalmente, los pasos para lograr un buen nivel de atención y concentración son cuatro:

- Establecer la intención, decidir aquello a lo que voy a estar atento o en lo que voy a estar concentrado.
- Modificar el entorno (exterior e interior) de forma que quede lo más libre posible de distracciones.
- Superar la resistencia inicial a emprender la tarea que hemos decidido realizar (cuanto más difícil o costosa sea la tarea, mayor

será la tentación de distraernos). Una vez superado el momento inicial, la concentración cuesta menos esfuerzo.

- Reconocer cuándo pierdo el foco y hacer un esfuerzo consciente por recuperarlo si eso ocurre. Es posible entrenar estas aptitudes mediante la meditación, por ejemplo, concentrándonos en algo tan aparentemente poco merecedor de nuestra atención plena como la respiración.

La intención es fundamental, cuando estamos ante una sesión de aprendizaje o tenemos por delante un día de trabajo. Y planificarla resulta enormemente efectivo. En un artículo muy influyente, Los psicólogos Peter Gollwitzer y Verónica Brandstätter concluyeron que establecer intenciones ejecutivas de las tareas que queremos hacer triplica la probabilidad de que las llevemos a cabo en el plazo que habíamos previsto. Con el término «intenciones ejecutivas» los autores del artículo se refieren a planificar no solo qué quiero hacer sino qué medios voy a destinar para hacerlo, a fin de ser concretos y operativos. Por ejemplo, no es lo mismo decir «hoy voy a dedicar un rato a estudiar historia de Al-Ándalus» que decir «hoy, de tres a cuatro, antes de mi hora de salir de casa hacia la universidad por la tarde, veré el vídeo de historia de Al-Ándalus del canal Academia Play y tomaré notas en el cuaderno que utilizo a tal fin». Ser capaces de planificar de forma ejecutiva influye decisivamente en el cumplimiento de nuestros objetivos. Y ejerce un efecto muy positivo en nuestro aprendizaje, por supuesto. Cuando somos capaces de poner atención en lo que hacemos, aprendemos más, recordamos más, en menos tiempo y de forma más duradera.

La atención se trabaja. Mantenerla implica un esfuerzo de autocontrol para evitar distracciones, discontinuidades o, simplemente, tomar el camino más corto resolviendo los problemas sin tomarnos el tiempo necesario para analizarlos. De esta

capacidad de autocontrol depende en gran medida el éxito de nuestros procesos de aprendizaje, y también, aunque pueda parecer contradictorio, nuestra propia creatividad, pues una mayor atención nos mantendrá alejados de seductoras metas inmediatas e incentivará nuestras ansias de explorar. Hace unos años, el psicólogo Walter Mischel, de la Universidad de Stanford, llevó a cabo una serie de experimentos muy conocidos que incluso llegaron a inspirar programas de televisión. Les pidió a unos niños de cuatro años que permanecieran durante quince minutos en una habitación sin estímulos, en cuyo interior había una mesa con una galleta de chocolate (u otro dulce) y una campana. Les dijeron a los niños que podían tocar la campana cuando quisieran para poner fin a la espera y comerse la galleta. Pero también les anunciaron que, si resistían los quince minutos, les darían dos galletas en lugar de una. Como era de esperar, muchos niños, más o menos la mitad, no aguantaron los quince minutos. Los otros que sí lo hicieron, buscaron el modo de distraer su atención de la tentadora galleta y finalmente lo lograron, demostrando con ello un gran autocontrol. Durante los siguientes años, los niños y niñas que habían participado en la prueba fueron sometidos a un seguimiento, y se observó que, en la etapa de la adolescencia, el desempeño académico de los niños que habían demostrado un elevado nivel de autocontrol era superior al de los niños que habían cedido a la tentación. Esta diferencia en la capacidad de autocontrol no es una cuestión de inteligencia, sino de algo que los psicólogos llaman *racionalidad*. Gracias a la racionalidad, somos capaces de mantener un nivel de atención más constante y de someter nuestro pensamiento intuitivo o impulsivo a nuestra parte reflexiva. Lo cual nos hace menos sensibles a los sesgos y trampas de nuestro propio intelecto, y más capaces de llevar a cabo aprendizajes duraderos.

Además del autocontrol, los factores que hemos mencionado un poco más arriba en relación con la ceguera por falta de atención pueden proporcionarnos algunas pistas para mejorar la atención y la concentración. Estas pistas podemos reducirlas a unas pocas que, aunque puedan parecer obvias, no por ello son menos importantes:

- Reducir el número de estímulos en el ambiente en el que vamos a dedicarnos a una tarea que precisa atención o concentración. La cantidad de información que recibimos a través de nuestros sentidos es enorme, y nuestro cerebro tiene que esforzarse en seleccionarla. Este esfuerzo consume recursos cognitivos, lo que provocará que nos cansemos antes. El estudio, por ejemplo, es una tarea que precisa concentración, ya sea porque estamos leyendo, memorizando, comprendiendo o haciendo prácticas de evocación o pruebas de nivel de conocimiento. Así pues, cuando estemos ocupados en una de estas tareas, es preciso evitar otros estímulos (música absorbente, un lugar de estudio demasiado recargado, conversaciones con otras personas). Además, cuanto más difícil sea la tarea que estamos realizando, cuanta más concentración precise, más fácil será que nos distraigamos. Hemos de evitar en particular los estímulos que tengan una alta capacidad de captar la atención. Por ejemplo: exige más recursos evitar una canción cuya letra conozco que otra sin letra o en un idioma que no entiendo. Es más difícil que un niño se concentre en una tarea si tiene al lado su juguete favorito, o que podamos estudiar con el teléfono móvil al lado, emitiendo alertas de conversaciones de nuestros amigos en las redes sociales. Aunque tengamos el teléfono en el bolsillo o sobre la mesa, a cierta distancia, nuestro cerebro sabe que está ahí, con su atractivo mundo de distracciones al alcance de la mano. La distancia de seguridad son veinte segundos: si

tenemos el móvil en un lugar al que tardemos como mínimo veinte segundos en llegar, nuestra atención ya no estará tan pendiente de ese teléfono.

- Adecuar el tipo de actividad a la cantidad de estímulos del entorno. En todos nuestros procesos de aprendizaje hay tareas que exigen una mayor carga para nuestra memoria de trabajo. Estas tareas debemos dejarlas para cuando podamos lograr una concentración plena, en el sentido de no tener ni distracciones ni premura de tiempo. Sin embargo, hay otras tareas que, aun siendo intensas, puedo llevar a cabo sin sobrecargar mi memoria de trabajo. Puedo concentrarme para realizarlas, aunque las condiciones no sean óptimas. Si cada vez más menudo percibimos que nuestro espacio de trabajo no es el adecuado para atender tareas más exigentes, y las vamos posponiendo mientras realizamos otras más rutinarias, pero que nos proporcionan la sensación de estar haciendo algo útil (revisar el correo electrónico, por ejemplo), entonces ha llegado la hora de hacer un alto y plantearnos si realmente no necesitamos buscar activamente un lugar o un ambiente donde podamos concentrarnos de verdad para acometer tareas exigentes, porque cualquier aprendizaje las demandará en uno u otro momento.
- Facilitar en la medida de lo posible que los estímulos asociados a la tarea que estoy realizando favorezcan la concentración. Esto va más allá de crear el ambiente adecuado. Significa usar los medios adecuados para poder enfocar la atención allí donde queremos que esté. Por ejemplo, una tipografía cómoda de leer permite concentrarse mejor a la hora de extraer la información de un texto. No hará que el contenido sea más sencillo, pero nos ayudará a centrar nuestros recursos cognitivos en el contenido y no en luchar por comprender la letra con la que está escrito.

- Planificar. Es muy importante prever de antemano tanto los periodos y las condiciones que requiere una concentración total, como las distracciones. Planificar las distracciones significa dos cosas: por un lado, anticiparme a ellas, identificar cuáles serán y poner los medios para evitarlas; y, por otro, reservarme algún tiempo para las distracciones, de modo que estas no interfieran en mis periodos de concentración. Si por cada rato de concentración total preparo unos periodos de descanso mental dedicado a mis distracciones, éstas no interferirán con mi concentración.

Cuando tenemos la experiencia suficiente en una tarea, y esa experiencia cumple con el nivel de exigencia requerido, es que hemos alcanzado el nivel máximo de concentración. Es lo que los psicólogos llaman *fluir*. Y es lo que vi en Míkel cuando asistí a la audición de contrabajo. Yo lo experimento en los viajes cuando me pongo a programar. La propia dinámica de la tarea en la que estamos enfrascados hace que nos metamos en ella con todo nuestro ser. Para eso necesitamos cierto nivel de dominio, pero incluso sin tenerlo, podemos alcanzar ese estado si creamos las condiciones adecuadas.

Las distracciones que emplean recursos cognitivos y nos dificultan la concentración no solo proceden del exterior. A veces se trata de distracciones internas, conscientes o inconscientes. Nuestro nivel de estrés, así como nuestra falta de orden, pueden interferir en nuestra capacidad de concentración. Las preocupaciones cotidianas, las permanentes listas mentales de cosas pendientes o los repasos que hacemos de actuaciones pasadas que podríamos haber hecho de forma distinta, llenan nuestro espacio de atención tanto como las distracciones externas. Para poder concentrarnos tenemos que ocuparnos de ellas, e impedir que interfieran en la concentración.

Una buena estrategia a este respecto consiste en *bloquear*. Bloquear tiene dos significados en este contexto. Uno es «reservar», y el otro «hacer bloques».

Reservar quiere decir separar un tiempo para dedicarlo en exclusiva a tareas dedicadas al aprendizaje. *Hacer bloques* quiere decir dedicar un determinado tiempo a tareas específicas. Reservar un tiempo para el aprendizaje, pero no especificar lo que voy a hacer durante ese tiempo es una oportunidad para la distracción (de nuevo, la planificación ejecutiva). Por el contrario, tener claro lo que quiero hacer en ese bloque de tiempo, qué tareas específicas quiero realizar, va muy bien para centrarse, y evitar distracciones fruto de la indecisión. De entre estos bloques, debemos dedicar alguno a liberar nuestras distracciones interiores: pasar a un papel o a un dispositivo electrónico nuestra lista de cosas por hacer libera espacio de nuestra atención. Si además reservamos los bloques de tiempo para ir cumpliendo esas tareas, lograremos que no se entrometan cuando queremos estar concentrados en algo difícil. Nuestro cerebro huye de las cosas difíciles, así que no le permitamos poner excusas para escapar, y seamos conscientes de que eso de «tengo que hacer tal o cual cosa» es una excusa perfecta.

Por último, otro punto clave para mejorar nuestra atención y concentración es procurar que nuestro cuerpo y nuestro cerebro estén en las mejores condiciones para poder mantenernos centrados. Según la Harvard Medical School, algunos de los factores que dificultan nuestra capacidad de concentración son, entre otros, los siguientes: afecciones subyacentes, como desórdenes del sueño (las apneas, por ejemplo), depresión, problemas de visión o audición. Y a estos cabe sumar los efectos secundarios de medicamentos, alcohol u otras sustancias.

Podemos cuidar nuestra capacidad latente de concentración, esa que tenemos de base, aunque no la estemos ejercitando en un determinado momento. Para ello, las dos acciones más importantes son: entrenar la concentración de forma general, y tratar de mantener unos hábitos de vida saludables. Puede que no pensemos en ello, pero nuestros hábitos de sueño, alimentación y ejercicio físico causan un impacto en nuestra capacidad de atención y concentración. También es recomendable hacer ejercicios específicos de concentración, como meditación o juegos como el ajedrez. La atención y la concentración son dos bienes muy preciados, son aliados absolutamente necesarios para el éxito de nuestros procesos de aprendizaje, y nuestros estilos de vida actuales los amenazan en bastantes sentidos. Merece la pena hacer un esfuerzo específico por cuidarlos.

Error

Vuelve la vista atrás; recuerda cuán a menudo has tropezado en esta vida, cuánto has errado, cuántas veces has caído, cuántas cosas vergonzosas, angustiosas y repugnantes has hecho, y entonces, si te atreves, llámate sabio.

PETRARCA

El error está presente en todos los procesos de aprendizaje. Todas las personas cometemos errores, y estos nos brindan una oportunidad inmensa para avanzar. Probablemente sea uno de los componentes más importantes en cualquier proceso de aprendizaje. Aprendemos porque sabemos distinguir el error del éxito, y nos empeñamos en ser capaces de orientar nuestra acción a evitar los fallos y aumentar los aciertos. Por eso es tan importante saber manejar los errores. Hay muchísimas historias de grandes personas que fracasaron una y mil veces antes de lograr sus éxitos, casi podríamos decir que detrás de toda historia de éxito hay una prehistoria de fracasos. Suelen presentarnos a título de ejemplo los múltiples intentos de Edison antes de conseguir crear una bombilla que funcionara en condiciones, los tumbos que dio Einstein o los rechazos que recibió J. K. Rowling, la autora de la saga de Harry Potter, antes de ver publicadas sus novelas y convertirse en una de las autoras más leídas de la historia. Todos estos casos contienen una enseñanza sobre el error que está muy bien, pero que me

parece muy insuficiente. Son ejemplos que nos animan a perseverar, a no desanimarnos, a seguir intentándolo siempre. Nos vienen a decir que todo el mundo comete errores, que todos pasamos por dificultades, por intentos infructuosos, y que no hay que venirse abajo por ello, que, si seguimos adelante y creemos en nosotros mismos, en algún momento tendremos éxito. Pero esto no siempre es así, o al menos no es simplemente así. Uno no aprende de los errores solo por seguir intentándolo cuando fracasa. La perseverancia es una parte. Importante, sí, pero solo una parte. Para aprender de los errores hay que hacer algo más que seguir intentándolo. Tenemos que ser capaces de, entre otras cosas, introducir en el proceso de aprendizaje la información que nos ha dado el error, y modificar lo que estábamos haciendo con esa información nueva. Incluso existe un paso previo. Para poder aprender de los errores, primero hemos de crear un clima de sensibilidad hacia ellos, un ambiente donde sepamos prestarles la atención que merecen. No hay nada peor que cometer errores y no darse cuenta de ello.

En las empresas de informática, sobre todo en las grandes, los errores reciben premios. No es que los vayan buscando, por supuesto, no quieren que sus empleados cometan el máximo de errores posible, eso sería terrible para la empresa. Tampoco se trata de uno de esos incentivos perversos como el de las cobras. Se premia el hecho de que alguien admita haber cometido un error y lo explique. Algunas de estas empresas incluso han instituido un premio al «error del mes» igual que lo tienen para el empleado del mes o la mejor iniciativa del mes. Normalmente consiste en incentivos económicos o de beneficios laborales en la empresa. El objetivo de estas prácticas, que en principio pueden sonar extrañas, es doble. Por un lado, se trata de detectar errores a tiempo. Darse

cuenta de las consecuencias que un error puede tener en un sistema es crucial para diseñar o implementar mecanismos de seguridad que mantengan el sistema intacto, aunque ese error se produzca; por eso la detección de errores es tan importante. Quien comete un error es quien mejor posicionado está para encontrarlo pronto. En los sistemas en los que la fiabilidad es crítica, como grandes infraestructuras o redes eléctricas y de comunicaciones, la detección rápida de errores resulta crucial. Por otro lado, y muy relacionado con lo anterior, el objetivo es crear un clima donde se valora el error como algo útil, disociándolo del castigo, por lo que los errores cometidos no se esconden, sino que se comparten para mejorar el sistema.

Al hablar del efecto cobra descubrimos los incentivos perversos, esos premios que provocan un efecto perjudicial. Del mismo modo, podemos hablar de penalizaciones o castigos perversos, que en lugar de corregir algo que se está haciendo mal, empeoran la situación. El mayor ejemplo de penalización perversa que tenemos en nuestros sistemas de aprendizaje es la culpabilización del error. Su efecto es tan dañino que solo con eliminarla de nuestras escuelas y procesos de aprendizaje los mejoraría de modo radical y solucionaría una gran parte de los problemas que hoy los aquejan. Hay al menos dos mentalidades que tenemos muy interiorizadas y que impiden que detectemos y aprovechemos los errores. La primera es la cultura de la respuesta correcta. Parece como si toda situación de aprendizaje pudiera reducirse a un test de respuesta múltiple, en el que tenemos una lista de preguntas, cada una de ellas con cuatro opciones de las cuales solo una es correcta. Evidentemente, casi todos sabemos que no todo aprendizaje puede reducirse a eso, pero aun sabiéndolo, a menudo nos dejamos llevar por esta mentalidad. Entonces buscamos «la» forma de hacer algo

correctamente, pensamos que solo hay un camino para alcanzarla, y los errores se ven como impedimentos para el avance. Llevado al extremo, es la estigmatización del diferente, del raro, del que no es como yo y al que consideramos un error, porque la forma buena de hacer y de ser es la mía, la única, la correcta.

Otra consecuencia de la mentalidad de respuesta correcta es que en muchas ocasiones nos centramos más en la respuesta que en el proceso, en el resultado, y no en la forma de llegar a este. Fijarnos en el proceso nos permitirá integrar los errores como ayudas para la mejora, y no como simples alertas de que estamos haciendo algo mal. En nuestros aprendizajes, los que emprendemos por nuestra cuenta, conviene tener esto presente, saber que muchas veces lo que buscamos no es una respuesta o una forma única de actuar, sino una mejora personal o de nuestras habilidades.

Esto tiene que ver con la segunda mentalidad que dificulta el aprendizaje de los errores. Ante el error, adoptamos la actitud de una presa, no la de un depredador. Esta idea la explica muy bien Jorge Wagensberg en algunos de sus artículos. Pensemos en un león persiguiendo una gacela en la sabana. Cada cual está concentrado en su tarea. Para uno, el objetivo es cazar; para la otra, sobrevivir. Por tanto, la consecuencia de un error es muy diferente para el león y para la gacela. Si la gacela se equivoca, muere. Si el león se equivoca, tendrá que esperar para comer o deberá conformarse con otro alimento. El león tiene la oportunidad de aprender del error. La gacela, no. A la hora de aprender, ¿quiénes somos nosotros, leones o gacelas? En la inmensa mayoría de las situaciones somos el león. Casi siempre tenemos otra oportunidad. Y en las ocasiones en las que parece que no la hay, podemos buscarla, o encontrar alternativas. Nuestro aprendizaje es el del león, no el de la gacela. Para la gacela el error es el final del

camino.

Así pues, antes de saber qué hay que hacer para aprender de los errores, es preciso recorrer un camino previo. Generar un buen ambiente para recibir los errores cuando se produzcan, como hacen las empresas informáticas. Saber que el aprendizaje no es una mera superación de ciertos obstáculos predeterminados, como si se tratase de un test de opción múltiple. Y saber que tenemos otras oportunidades, que somos leones y no gacelas. Ahora bien, si el león no cambia su forma de cazar, volverá a fallar, y entonces sí que tiene un problema. No basta con tener más oportunidades, hay que saber aprovechar las ocasiones fallidas para mejorar las futuras. Es algo que damos por garantizado: solemos decir que de los errores se aprende, y nos parece algo automático. Si he cometido un error, algo aprenderé. Pero esta frase, que tiene mucho de cierto, precisa matizarse. En primer lugar, de los errores se aprende si queremos y sabemos aprender. Y, en segundo lugar, no solo es que podamos aprender de los errores, sino que el error es uno de los principales (quizá el principal) motor de nuestros aprendizajes. Lejos de ser una anomalía en el proceso de aprendizaje, el error es una parte esencial. Estas dos matizaciones son importantes, así que vamos a detenernos un poco en ellas.

Cuando aprendemos algo, puede que el objetivo del aprendizaje esté claro y bien definido, desde encestar un balón en una canasta a seis metros de distancia, hasta saber pedir un determinado plato de comida en un idioma nuevo o resolver cierta operación matemática. Otras veces el objetivo no está tan definido, pero tenemos una cierta medida de progreso. De alguna forma podemos saber si lo estamos haciendo mejor. Esto a veces no es fácil ni está claro: ¿qué significa mejorar mi forma de escribir poesía? ¿Cómo sé si dibujé hoy mejor que ayer? No siempre disponemos de medidas objetivas, y eso es

algo importante a la hora de evaluar nuestros errores. Pienso en mis cuatro aprendizajes, y las medidas de progreso son diferentes: en el caso de la historia de Al-Ándalus puedo comprobar si recuerdo sus etapas y personajes principales o si soy capaz de reconocer o ubicar algunos hechos importantes de esa historia, es sencillo de comprobar. En lo de aprender a bailar salsa, una medida de progreso es estar a gusto bailando con alguien, o que una mirada externa pueda decirme si mis movimientos o mi ritmo están acordes con la música que está sonando, quizá no resulte tan claro, pero puedo percibir las mejoras. Establecer criterios de mejora es importante, porque son lo que posibilita aprender de los errores: contrastando mis intentos con el objetivo, o al menos con las medidas de progreso. Para aprovechar el error como factor de aprendizaje tengo que hacerlo de forma consciente. Este es el proceso que podemos seguir para usar el error como medio de aprendizaje:

- Lo primero es saber que todo intento es una predicción. Cada vez que intento resolver una ecuación matemática, cada vez que lanzo el balón hacia la canasta o cada vez que enuncio la fecha o el lugar de la muerte de Abderramán III, estoy haciendo una predicción del resultado.
- Lo segundo es contrastar mi predicción con el resultado correcto, o al menos evaluar si estoy más lejos o más cerca de conseguir el objetivo que me he propuesto. Cuanto más rica e informativa sea esta evaluación, mayor rendimiento sacaré de este error para mi aprendizaje. Se trata de entender cuánto y cómo la previsión se desvía del objetivo. No es lo mismo saber que no he encestado el balón en la canasta que saber que lo he enviado demasiado a la derecha, y mejor aún es saber que lo he enviado a la derecha por más de medio metro.

- Y lo tercero es ser capaz de corregirme, de modificar mi comportamiento en futuros intentos, de forma que las posibilidades de acierto sean mejores. Teniendo buena información de por qué mi intento inicial no fue bueno, modifico mi comportamiento para el futuro. Es decir: aprendo. Lanzaré el balón más hacia la izquierda y los futuros intentos me permitirán afinar aún más. Al comprobar si la fecha en que yo creía que había muerto Abderramán III es la correcta o no, puedo saber si tengo que corregir mi recuerdo o confirmarlo.

Exactamente así, en estos tres pasos, es como funciona nuestro cerebro al aprender. Desde bebés y durante toda la vida. Además, así es como aprenden la mayoría de los algoritmos de aprendizaje automático, esas inteligencias artificiales que nos deslumbran con sus capacidades, pero que en realidad palidecen ante el impresionante talento de un bebé humano. El ciclo de predicción-comprobación-corrección y vuelta a empezar es el que hemos empleado para aprender todo cuanto sabemos, el que usan las neuronas de nuestro cerebro cuando construyen las conexiones que nos han hecho aprender, al menos en las primeras fases del aprendizaje. Porque no basta con eso. El aprendizaje, para ser profundo y para poder ser transferible (es decir, para que podamos aprovechar las habilidades y conocimientos aprendidos en un ámbito, y aplicarlos a otros distintos) necesita ser capaz de generalizar, de construir conceptos. Hablaremos enseguida de ello cuando nos refiramos a la maravilla que es olvidar.

Convivir con el error, como ya hemos dicho, no es solo conveniente sino necesario para el aprendizaje. De hecho, la ciencia del aprendizaje nos dice que es algo más, nos dice que el error es consustancial al aprendizaje: aprender consiste esencialmente en mejorar a través de los errores. Por eso es tan importante tener un

buen sistema de detección de errores y generar nuestro propio clima favorable para hablar claramente y analizar los errores. Tener nuestro propio «error del mes» con el que autopremiarnos me parece una idea magnífica. La cita de Petrarca que abría este apartado sobre los errores viene a decir eso. El sabio nunca ha terminado de construir su aprendizaje, nuestros errores son algo más que el resultado de nuestros ensayos (lo cual ya los hace valiosos en sí mismos). Además, son testigos de nuestra ruta vital, y la lectura que hagamos de estos marcará nuestro progreso futuro. Permitirnos cometer errores, permitirnos recorrer caminos que no son directos. Errar. Errar en el doble sentido de fallar y de viajar sin rumbo, seguir un camino caprichoso sin un objetivo previsto, un trayecto improductivo (en apariencia). Errar es un aliado formidable del aprendizaje, y cuando nos lo permitimos, avanzamos, aunque no nos lo parezca. La errancia, en el sentido de salirse del camino marcado, de vagabundear, tiene un potencial formidable para mejorar nuestros procesos de aprendizaje. El error nos ayuda a evaluar nuestros avances en el camino marcado por los objetivos, nos permite mantenernos dentro, avanzar. Errar, por su parte, es divagar, salirnos de ese camino y descubrir otros. O, simplemente, caminar a placer por los entornos de aquello que estamos aprendiendo, curiosar, husmear distraídamente. Errar nos ayuda a descubrir. Al salirnos del camino descubrimos nuevas oportunidades de aprender, y vemos con perspectiva las oportunidades que hemos acometido. Por eso, cuando aprendemos, además de ir en pos de los objetivos que nos hemos propuesto, además de seguir el camino que nos hemos marcado, resulta muy provechoso vagabundear fuera de la senda, imitar a don Quijote de la Mancha, «aquel que en Rocinante errando anduvo», y dejarnos llevar por la imaginación y la curiosidad hacia lugares que no hubiéramos descubierto de seguir

únicamente el camino recto.

Vamos conociendo algunos aliados inesperados de nuestros procesos de aprendizaje: la curiosidad, el aburrimiento, el error (y el error). Pero, de entre todos los aliados, el próximo es probablemente el más importante. Se trata del *feedback*, como solemos llamarlo por su nombre en inglés. Es la realimentación, la retroalimentación, la reacción, los comentarios que recibimos según vamos avanzando en el aprendizaje. Si no sabemos cuándo lo estamos haciendo bien o mal, aprender se vuelve más difícil. Esa es la labor de la retroalimentación.

FEEDBACK

Ella me enseñó a creer en Astor Piazzolla, en que mi música no era tan mala como yo creía. Yo pensaba que era una basura porque tocaba tangos en un cabaret, y resulta que yo tenía una cosa que se llama estilo.

ASTOR PIAZZOLLA,
sobre Nadia Boulanger

La reacción, la realimentación que obtenemos a nuestros intentos son lo que hacen útil el error, y también el acierto. Es lo que llamamos *feedback*, un término que ya ha aparecido varias veces a lo largo de estas páginas. Es necesario para que nuestra práctica sea efectiva y, como acabamos de ver, resulta fundamental para que nuestros errores se conviertan en herramientas de aprendizaje. Hay un estudio importantísimo sobre este aspecto del aprendizaje, dirigido por John Hattie, que apareció en un libro titulado *Visible learning*, en el año 2009. El libro supone un esfuerzo titánico por dilucidar qué es lo que funciona en la educación, a partir de ochocientos metaanálisis distintos. Un metaanálisis es un gran trabajo en el que se analizan los datos de diferentes estudios sobre un mismo tema. El libro de Hattie analiza ochocientos de estos grandes trabajos, de modo que sus conclusiones están basadas en miles de estudios realizados durante años en todo el mundo, con los datos de millones de personas. Al final del libro, Hattie escribe seis

conclusiones (entre ellas, por ejemplo, la primera señala el papel fundamental de los profesores en la educación). Son estudios dedicados sobre todo a los aprendizajes escolares, pero, una vez más, sus conclusiones pueden servirnos para cualquier aprendizaje que emprendamos en nuestra vida. En la tercera de sus conclusiones, John Hattie señala el *feedback* como uno de los pilares de la educación:

Los profesores deben saber qué piensa y qué conoce cada uno de sus estudiantes para construir experiencias significativas a la luz de ese conocimiento. Deben tener la suficiente comprensión sobre su materia y proporcionar el *feedback* adecuado a cada estudiante para que progrese de forma correcta.

En este libro, fruto de un trabajo extenso y meticuloso, Hattie demuestra que los comentarios que reciben los estudiantes son uno de los principales determinantes de su éxito académico. Si el *feedback* es de calidad, hay muchas probabilidades de éxito; si no existe o es de mala calidad, el fracaso está prácticamente asegurado. Tal es el poder del *feedback*.

Pero Hattie no es el único en afirmarlo. Otro de los mejores investigadores mundiales sobre las bases cerebrales de nuestras habilidades de aprendizaje, Stanislas Dehaene, señala cuatro pilares para el aprendizaje en su imprescindible libro *¿Cómo aprendemos?*. Uno de esos pilares es el *feedback*, que él describe como la devolución, comentario o corrección de los resultados de nuestros intentos (los otros tres pilares, por cierto, son la atención, el compromiso activo y la consolidación). Dehaene se hace eco de forma muy exhaustiva de multitud de estudios y experimentos, muchos de los cuales han sido dirigidos por él mismo y sus colaboradores. De ellos se extrae una conclusión clara: el *feedback* debe ser lo más inmediato e informativo posible. Si esas dos características se dan, su contribución al éxito está asegurada. Si no

es así, uno de los pilares del aprendizaje está fallando y tendremos dificultades.

Pensemos en nuestras escuelas y familias, en las que muchas veces confundimos corrección y castigo (lo cual es un drama), y pensemos sobre todo en los aprendizajes que nosotros mismos emprendemos. Al principio del libro planteaba la necesidad de planificar los recursos para el aprendizaje, en concreto el tiempo que podemos dedicarle. Hablaba también de la importancia del diseño de una estrategia de aprendizaje. Basándonos en cómo aprende nuestro cerebro, y gracias a los estudios de Hattie y Dehaene, entre otros, vemos que la gestión de la reacción a nuestros intentos de aprendizaje es fundamental. Necesitamos saber cuáles de nuestros actos son importantes o producen un efecto positivo en nuestra comprensión del mundo. Por lo tanto, es absolutamente crucial que planifiquemos cómo, cuándo y de quién vamos a obtener nuestro *feedback*. Si no tenemos previsto este punto, es muy posible que nuestros esfuerzos, por muy bien dirigidos que estén, caigan en saco roto o, cuando menos, que no sean todo lo beneficiosos que cabría esperar.

El *feedback* ha de ser informativo, ha de ser cercano, y hemos de ser capaces de reaccionar a su estímulo. Si hallamos la manera de que estas tres circunstancias se cumplan al máximo, estaremos afianzando uno de los pilares de un buen aprendizaje. Que sea informativo quiere decir que ha de ser capaz de detectar los errores, de saber y poder explicarlos (por qué se han producido,) y también de corregirlos (qué se puede hacer para evitarlos, qué alternativas hubieran sido más acertadas). En este punto, vale la pena incidir más en qué es lo que podíamos haber hecho bien, que en lo que hemos hecho mal. Corregir el error con eficiencia no implica necesariamente escrutar hasta la obsesión lo que hicimos mal (una

acción esta que a veces puede inducir a una cierta parálisis, al hacernos pensar que todo error se debe a nuestra incapacidad). Casi siempre es mejor ofrecer alternativas positivas, y está demostrado que dichas alternativas contribuyen a un mejor aprendizaje. Así pues, vale la pena pensar muy bien de dónde obtendremos ese *feedback*. Tanto si estás en un proceso de aprendizaje, como si eres tú quien enseña a otros, date un tiempo para planificar esto. Posiblemente será el tiempo mejor empleado para mejorar el proceso.

A la hora de dar y recibir *feedback* sobre nuestros intentos de aprendizaje es preciso tener en cuenta, una vez más, la importancia de distinguir entre evaluación y castigo. Un ejemplo especialmente delicado son las notas, las calificaciones escolares. Demasiado a menudo confundimos una mala nota con una sanción. Una nota no deja de ser un *feedback* muy limitado, porque reduce a un número un conjunto de procesos mucho más ricos. Pero incluso algo tan limitado como una nota puede hacer las veces de un buen *feedback* si la usamos adecuadamente. Y, desde luego, confundir una nota con un castigo no es una buena forma de ayudar al aprendizaje. La nota mide, con muchas limitaciones, el desempeño. Nada más. Si no es ocasión para la mejora, es mejor no usarla. Y si se usa, es mejor acompañarla de un *feedback* informativo. Esto vale tanto para los intentos erróneos como para los exitosos. Saber entender por qué se ha hecho bien algo también contribuye a un buen aprendizaje.

El *feedback*, o la evaluación no tienen que ubicarse únicamente *al final* del aprendizaje (si es que eso existe), son instrumentos que deben utilizarse *durante* el proceso del aprendizaje. Una prueba, un examen, es, sobre todo, una ocasión para aprender. Mi profesor de matemáticas en la secundaria, Manuel Benito, nos hacía muchas

pruebas, muchos exámenes. El examen dejó de ser para nosotros una prueba final con la que obtenías el *feedback* de aprendizajes que habían tenido lugar (o no) durante varias semanas, y que se evaluaban al final del proceso. Los exámenes de matemáticas de Manuel eran tan importantes como las clases, porque al estar imbricados en el proceso de aprendizaje y formar parte de este, contribuían en gran medida a que fuera exitoso. Es la otra característica fundamental del *feedback*: debe darse a tiempo, y formar parte del proceso de aprendizaje, para que pueda contribuir a consolidar lo que estamos aprendiendo. En nuestros procesos personales, más allá de los escolares, es preciso tener también esto en cuenta. La evaluación y el *feedback* deben mezclarse continuamente con el proceso de adquisición de nuevos conocimientos y habilidades.

En el caso de los cuatro aprendizajes que me he planteado, he de confesar que al principio este punto no lo tenía claro. Es una cuestión importante, así que pasé un tiempo pensando en ello, porque mi intención es aprender de verdad, no solo entrar en contacto con estos cuatro temas para tener una idea difusa o una cierta experiencia o recuerdo de ese contacto. De modo que me puse en serio (y de forma realista) a planificar de dónde, cómo y cuándo obtendría el *feedback* necesario. Mi acercamiento a la historia de Al-Ándalus iba a ser bastante sencillo y centrado en hechos y datos, así que podía planificarme el *feedback* yo mismo. Me fabriqué una especie de tarjetitas de repaso que escribía después de ver los vídeos históricos con los que empecé mi acercamiento a este tema. Tiempo después, de forma periódica, y en distintos momentos, como hemos visto que resulta más eficaz, trataba de evocar la información de esas tarjetas. Ellas me sirvieron de *feedback*. Me resultaron bastante útiles para alcanzar el nivel de

conocimientos que yo quería, estoy satisfecho de este aprendizaje. Me encantó comprobar cómo según avanzaba en el conocimiento de Al-Ándalus podía completar más y más la información que me pedían esas tarjetitas. Por otro lado, tampoco tuve dificultades para planificar el *feedback* de mi aprendizaje de ciberseguridad. Me planteé aprender haciendo varios cursos, y estos tenían ya diseñados sus mecanismos de evaluación de los conocimientos y de examen de las habilidades. He de decir que aquí aprendí una cosa inesperada, porque al leer sobre nuestros procesos de aprendizaje y buscar en los libros, sobre todo en los de Hattie y Dehaene, información sobre cómo debe ser el *feedback*, pude aprender a distinguir el buen y el mal *feedback* en estos cursos de seguridad. Y descubrí que podía evaluar lo bien diseñado que estaba este aspecto de los cursos. Esto me hizo reflexionar en profundidad sobre mi propia forma de enseñar, porque en la universidad imparto varias materias informáticas. Al realizar los cursos de ciberseguridad vi que a veces me faltaba información sobre por qué mi respuesta a ciertas preguntas no era correcta y, por tanto, mi aprendizaje no era tan bueno. Las claves del *feedback* inmediato e informativo van a estar más presentes en mis aprendizajes y enseñanzas a partir de ahora.

Faltan los otros dos aprendizajes: la salsa y la geometría algebraica. En el primer caso, el *feedback* (al menos en el nivel en el que yo me encuentro) te lo dan las personas con las que bailas. Y aquí también descubrí algo. Es mejor pedir ese *feedback*, y que quien te lo dé sepa por qué y para qué lo quieres. Descubrí, en un contexto muy diferente del académico al que yo estaba acostumbrado, la importancia de saber preguntar y escuchar adecuadamente las respuestas. Sobre todo, cuando las personas a quienes preguntas no son profesores que están ahí para enseñar a

hacer algo, sino simplemente personas que saben bailar y que están haciéndolo contigo. Finalmente, en el aprendizaje de la geometría algebraica he contado con el *feedback* de compañeros de trabajo, profesionales matemáticos que además de investigadores son profesores y están acostumbrados a dar un *feedback* formativo. Yo no estoy siguiendo un curso ni unas clases regladas, sino estudiando a partir de unos libros seleccionados, pero el *feedback* sí puedo obtenerlo de expertos que además saben enseñar. Durante los últimos meses he mantenido muchas conversaciones sobre matemáticas, en concreto sobre geometría. Algunas de ellas han aportado un *feedback* muy valioso para mi aprendizaje.

Una conclusión importante a la que he llegado analizando esta parte del proceso es que hay que tener muy en cuenta el *feedback* a la hora de planificar el aprendizaje, algo que no me había planteado antes, y que ahora considero fundamental. Además, creo que es mejor tener la posibilidad de obtener ese *feedback* de alguien con quien puedas interactuar, pues no siempre basta con ver tu propio resultado en un test automático.

Comprender y elaborar

Tan pronto un objeto me repugnaba, lo convertía en tema de estudio, forzándome hábilmente a extraer de él un motivo de alegría.

MARGUERITE YOURCENAR,
Memorias de Adriano

No sé si has notado que en los últimos años los dispositivos de búsqueda de nuestros ordenadores y teléfonos cada vez funcionan mejor. Ya no hace falta preguntar exactamente qué es lo que queríamos encontrar, si lo escribimos de forma aproximada el buscador lo encuentra de todas formas. Incluso podemos recurrir a asistentes virtuales basados en inteligencia artificial que, si les preguntamos adecuadamente, pueden responder cuestiones técnicas, redactar para nosotros resúmenes o textos informativos sobre casi cualquier tema, o resolver dudas que antes nos hubiera llevado horas solucionar. Ocurre incluso al escribir un mensaje a través de las redes sociales. Tecleando más o menos lo que queremos decir, la propia aplicación de nuestro teléfono se encarga de corregirnos mediante lo que se conoce como texto predictivo. Empresas como Google o Meta han invertido mucho esfuerzo y dinero en lograr que eso sea así. El objetivo es claro: ayudarnos a encontrar de forma más rápida y fácil aquello que estamos buscando, incluso aunque no sepamos formularlo del todo bien.

Este hecho ha cambiado sustancialmente el equilibrio de fuerzas a la hora de obtener información. Me explico: si el dispositivo en el que voy a buscar la respuesta a aquello que busco dispone de pocos mecanismos de ayuda, voy a tener que hacer un mayor esfuerzo. Si quiero buscar cierta cita en un libro que leí hace tiempo, las ayudas con las que cuento son el índice de contenidos y quizá un índice terminológico. A veces también con mis propios subrayados, o con las marcas que haya podido hacer en el libro para señalar pasajes que me parecieran especialmente relevantes. Pero si no tengo nada de eso, no me quedará más remedio que ojear o releer el libro en busca del pasaje que me interesa. Si tengo el libro en su versión electrónica, todo es más sencillo, dispongo de una herramienta de búsqueda que recorre el texto para encontrar las apariciones de la palabra o frase que quiera localizar.

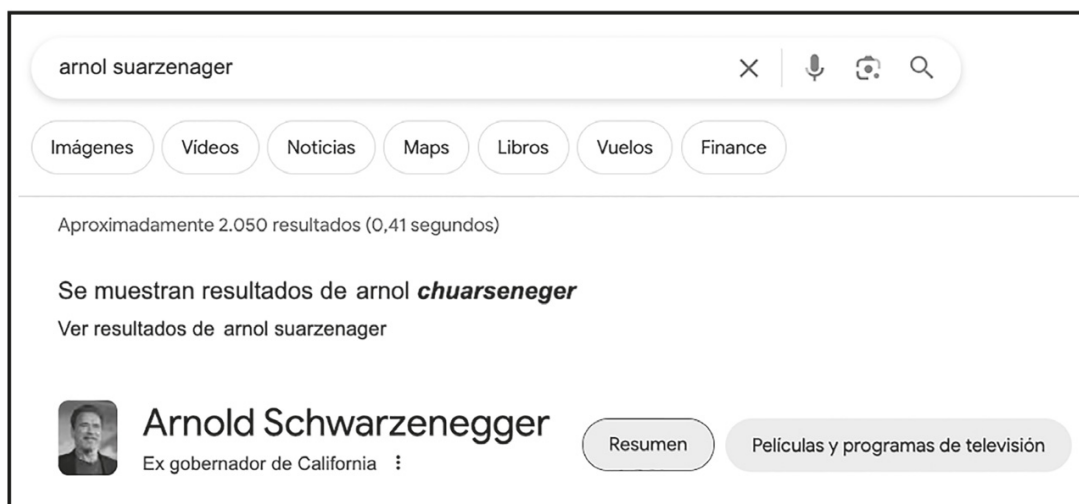


Figura 7. No hace falta teclear correctamente, el buscador sabe por mí cuántas ges repetidas tiene el apellido de la persona, o si su nombre acababa con la letra de o no. ¿Había una ce y una hache al principio del nombre?

Las herramientas de búsqueda de información han mejorado

muchísimo, y ni siquiera hace falta referirse al cambio que supuso la popularización de internet a finales de los años noventa en cuanto a búsqueda de información. A principio de la década de 2020 estamos asistiendo a otro paso de gigante en este sentido, una mejora sustancial de las herramientas de acceso automático a la información. Son las herramientas de texto predictivo o chats basados en la inteligencia artificial. Algunos ejemplos muy conocidos son Bard, de Google, o ChatGPT, un asistente de conversación lanzado por la empresa OpenAI que se popularizó a finales de 2022. El modelo con el que fue entrenado ChatGPT tiene más de 175 millones de parámetros (es extremadamente versátil), y fue alimentado con grandes cantidades de textos provenientes de muy diversas fuentes (incluyendo la Wikipedia, por ejemplo). En pocas semanas se hizo con millones de usuarios que lo probaron de muy distintas formas. Puedes pedirle información sobre un tema y la elaborará de un modo sorprendente, aunque no está exento de limitaciones, claro. Pero funciona muy bien. Si tengo alguna pregunta o curiosidad puedo consultarle, y tengo bastantes probabilidades de obtener una buena respuesta. Durante la primera mitad de 2023 las herramientas de este tipo vivieron un desarrollo vertiginoso y adquirieron una popularidad global. Surgieron muchas formas de utilizarlas, e incluso se elaboraron listas de trabajos que supuestamente iban a desaparecer con la irrupción de estas herramientas. Se habló mucho de cuestiones éticas asociadas a estas «inteligencias artificiales», e incluso se pidió que limitaran su velocidad de desarrollo para que pudiéramos adaptarnos a ellas, incluso en el ámbito legislativo. Uno de los sectores que se vieron afectados por la aparición de este tipo de herramientas fue el educativo. Al poco de su lanzamiento, y de forma similar a como había sucedido con sus predecesores, surgieron algunas

discusiones sobre el uso de estas inteligencias artificiales por parte de estudiantes para, por ejemplo, escribir automáticamente trabajos y ensayos para clase. Una de las pruebas que se hicieron con ChatGPT fue presentarle las preguntas de un examen de selectividad y mostrar sus respuestas a tres profesores que no sabían que estaban corrigiendo a una inteligencia artificial. Los tres profesores otorgaron notas dispares, pero de media ChatGPT aprobó el examen. Este y otros experimentos hicieron saltar a la palestra el papel de estos artefactos informáticos en los procesos de aprendizaje.

¿En qué medida estas herramientas favorecen o dificultan el aprendizaje? Hemos visto unas páginas más arriba que uno de los aliados del aprendizaje es la habilidad para preguntar, y estas herramientas inciden directamente en este asunto. Saber hacer buenas preguntas es una habilidad fundamental para el aprendizaje, y en este ámbito de las inteligencias artificiales lo es todo. El término *prompt engineering* o «ingeniería de peticiones» se acuñó en referencia a la habilidad de preguntar bien a un modelo de procesamiento de lenguaje, como ChatGPT u otros, de forma que podamos ahorrar trabajo y obtener resultados satisfactorios. Existen muchos cursos para aprender esta habilidad, que ya empieza a enseñarse incluso en algunas universidades. Por otro lado, ya vimos antes que los algoritmos optimizados de recomendación en algunas plataformas producen efectos como el filtro burbuja, sesgos de información, amplificación de opiniones extremas, difusión de bulos o noticias falsas, entre otros. Así que fiar a un algoritmo la respuesta a una pregunta que planteamos comporta ciertos riesgos que dependen del tipo de pregunta y de lo que queramos hacer con la respuesta. No es lo mismo buscar en internet la dirección de un comercio que pedir consejos sobre cómo ayudar a un adolescente

con depresión.

Un principio general para comprender la relación entre estas herramientas informáticas y el aprendizaje es que acceso a la información no es lo mismo que aprendizaje, y lo que puede brindarle facilidades a uno, puede resultar contraproducente para otro. Existe cierta relación entre la dificultad de acceso a la información y la solidez del aprendizaje. Aquí dificultad de acceso se refiere a cuánto hemos de implicarnos para obtener la información, no que esta resulte inaccesible o que se trate de contenidos muy complicados. Para examinar esta relación hemos de escuchar a la primera persona que recogió evidencias científicas sobre lo que llamó «dificultades deseables». Se llama Robert Bjork, y casi en el mismo momento en que los fundadores de Google, Larry Page y Sergey Brin, estaban creando el famoso buscador, a apenas cinco horas en coche de donde se encontraban, llevaba a cabo unos ensayos que afinaron nuestro conocimiento sobre la relación entre cómo accedemos a la información y cómo aprendemos. Bjork estudiaba en concreto la dificultad con la que aprendemos las cosas. Pensemos en nuestros propios aprendizajes o en los de las personas que tenemos alrededor. Cuando alguien tiene facilidad para aprender algo parece que no hay dificultades en su proceso, que todo transcurre con facilidad y apenas hay esfuerzo. Cuando lo vemos en otras personas, casi siempre tendemos a pensar que es así por alguna especie de don natural. Sin embargo, nuestra experiencia personal muchas veces nos dice lo contrario, cuando analizamos con atención nuestros propios aprendizajes exitosos somos conscientes de los esfuerzos que hemos realizado. Ser bueno en algo no necesariamente significa que no necesites esforzarte para aprenderlo. Eso fue lo que demostró Bjork. Sus experimentos indicaban que cuando aprendemos algo muy

fácilmente, por lo general lo aprendemos superficialmente, no perdura. Además, lo integramos menos con nuestros conocimientos previos, y generamos un conocimiento menos transferible, menos generalizable a otras situaciones. El experimento clásico de Bjork consistió en asignar a dos grupos la tarea de aprenderse un texto de memoria. Uno de los grupos recibió como apoyo un resumen del texto que recogía las ideas en el mismo orden de este, y al otro grupo también le entregaron un resumen, pero con las ideas expuestas en un orden diferente. Ambos grupos disponían del mismo tiempo para aprenderse el texto. Cuando se comprobaron los resultados, el primer grupo fue capaz de repetir el texto algo mejor que el segundo, pero cuando a los dos grupos se les asignaron tareas más creativas o difíciles sobre las ideas del texto, los miembros del segundo tuvieron un desempeño mucho mejor. Habían llevado a cabo un aprendizaje más profundo del texto, lo habían interiorizado (comprendido) mejor. La causa es que el segundo grupo necesitó elaborar más la información, tuvo que esforzarse más en la memorización, trabajó más la comprensión porque hizo un mayor esfuerzo. Se implicó más en el aprendizaje, en el sentido de que empleó más recursos cognitivos para llevarlo a cabo.

Este experimento de Bjork se ha replicado en muchas ocasiones, y el concepto de dificultad deseable ya forma parte de numerosas teorías del aprendizaje. Está relacionado con la atención y con el modo en que construimos nuevo conocimiento. La gran cantidad de estímulos y contenidos que recibimos continuamente hace que no podamos darles a todos la misma prioridad, ni generar recuerdos de todo lo que quisiéramos. Lo hemos visto al hablar de la atención: nuestro cerebro necesita jerarquizar, saber qué merece la pena atesorar y qué podemos descartar sin problemas. Esto ocurre

también a la hora de generar recuerdos a largo plazo y de aprender. Nosotros podemos ayudarle en esto. Podemos utilizar buenas tácticas y realizar actividades que ayuden a nuestro cerebro a retener aquello que más nos interesa. Es algo que hemos visto a lo largo de todo este libro, y que resulta fundamental para el aprendizaje: conocer cómo aprendemos nos ayuda a elaborar buenas estrategias basadas en lo que sabemos que funciona mejor.

Una de las claves reside en trabajar de forma activa con la información. Se han llevado a cabo muchos experimentos fascinantes que demuestran que cuando obligamos a nuestro cerebro a trabajar de forma significativa, intensa y comprometida, recordamos más y aprendemos mejor. Uno de estos experimentos es todo un clásico. En los años setenta, los psicólogos Fergus Craik y Endel Tulving pidieron a tres grupos de personas que memorizaran un determinado conjunto de palabras. A cada grupo le dieron una consigna sobre la tarea que tenían que realizar con esas palabras mientras las recordaban. El primer grupo debía fijarse en si las palabras estaban escritas en minúsculas o en mayúsculas, el segundo tenía que observar si rimaban con *chair* («silla» en inglés) y el tercero debía comprobar si las palabras correspondían a nombres de animales o no. Al final, compararon el éxito memorizador de cada grupo. El grupo que más palabras había memorizado fue el que evaluó qué palabra se correspondía con algún nombre de animal. Y el que menos memorizó, muchas menos, por cierto, fue el grupo cuya tarea consistía en observar si las palabras estaban escritas en mayúsculas o en minúsculas. ¿A qué se debe esta diferencia? Fundamentalmente se debe a que uno de los grupos había trabajado con las palabras a un nivel más profundo que el otro. Uno de los grupos había realizado una tarea más relacionada con la comprensión, con el significado de las palabras (saber si eran

animales o no), mientras que el otro había trabajado a un nivel mucho más superficial, meramente formal (saber si estaban escritas en mayúsculas o en minúsculas). La implicación del cerebro de los sujetos de uno de los grupos había sido mucho mayor que en el caso del otro grupo. Esto es esencial.

Esta modalidad de experimentos se ha repetido en los últimos cincuenta años con multitud de tareas distintas, en contextos variados y con distintos tipos de personas. El resultado es siempre el mismo, y constituye una lección fundamental para entender cómo funciona el aprendizaje: cuanto más nos implicamos de forma activa y profunda en el reto de nuestro aprendizaje, más posibilidades tenemos de que sea exitoso. El ámbito donde la enseñanza y el aprendizaje han sido más estudiados es el escolar, como sucede con casi todos los análisis sobre el aprendizaje. En este campo, las consecuencias de experimentos como el realizado por Craik y Tulving son claras y están sólidamente fundamentadas en numerosas evidencias científicas. No sirve de gran cosa dejar que los niños exploren el conocimiento guiados meramente por su interés espontáneo, y esperar que así se culmine el aprendizaje de forma casi autónoma y espontánea. Eso no va a ocurrir. Tampoco sirve de mucho exponerlos únicamente a asimilar lecciones que no captan en absoluto su interés y cuya relación con el conocimiento es meramente pasiva, de recepción. Lo que verdaderamente funciona es una combinación de dos factores principales. Uno es el interés, que puede lograrse mediante el juego, la manipulación, los proyectos y trabajos o una exposición interesante y atractiva por parte de los docentes. El otro factor implica planificar las actividades de forma estructurada y diseñada para el aprendizaje. Es decir, en lugar de dejar a los alumnos abandonados a su suerte, hacer un seguimiento cercano para que las actividades que realizan tengan

contenido cognitivo. Es bueno que el profesor los guíe a través de actividades que, al estar planteadas desde la base de los conocimientos que los alumnos tienen, y al prestar especial atención a sus progresos, los ayuden a comprometerse con la construcción del conocimiento. Hay muchas teorías y prácticas pedagógicas que se sitúan en los dos extremos de este abanico, pero todas fallan en el mismo punto: no favorecen la implicación de los niños, jóvenes o adultos que están aprendiendo. Por contra, también abundan las reflexiones y metodologías que sí lo hacen, y que cada vez están más presentes en las escuelas y en otros ámbitos de enseñanza. Elaborar una metodología de este tipo escapa al alcance de este libro, pero en la bibliografía final podrás encontrar alguna referencia a este respecto. Una de las personas de las que más he aprendido en este ámbito es Melina Furman, una investigadora y docente argentina que ha dedicado muchos años a investigar las buenas prácticas educativas, en particular en el ámbito de la enseñanza de las ciencias.

Aunque se ha estudiado sobre todo en ámbitos escolares, la implicación personal en el aprendizaje también es un factor esencial en los aprendizajes que vayamos a emprender por iniciativa propia, en solitario o junto con otras personas. Resulta particularmente crucial en aquellos aprendizajes acerca de los cuales tenemos una escasa preparación previa, o directamente no sabemos nada de antemano. Si nos dedicamos a explorar una disciplina guiados solamente por nuestro instinto, por lo que nos resulta atrayente en cada momento, o sin contar con una mínima estructura o estrategia de aprendizaje, probablemente no aprendamos gran cosa, o en todo caso nos resultará más difícil. La guía de algún experto nos puede ayudar no solo a planificar el acercamiento inicial a la disciplina, sino a elegir las actividades más eficaces que en cada momento nos

harán avanzar no solo más deprisa, sino también mejor. Aprender exige un trabajo intencional y profundo con los conceptos y procedimientos propios del ámbito de nuestro aprendizaje. Existen actividades susceptibles de contribuir a que nos impliquemos de forma activa. Estas pueden surgir de nosotros mismos o ser sugeridas por un experto, o bien proceder de un curso preparado o de un libro de texto. Si están bien diseñadas, dichas actividades nos servirán para ejercitarnos de una forma intencional y profunda. Recuerda lo dicho en el capítulo dedicado a la práctica: no se trata de practicar diez mil horas de actividades con las que no me siento implicado, la práctica formativa precisa que involucremos nuestra consciencia y nuestros recursos cognitivos. A veces las tareas no serán sencillas, exigirán cierto esfuerzo. Aprender implica no asustarse de esas tareas difíciles, o costosas, porque son estas las que nos facilitan la comprensión, la memorización y la transformación de esas conexiones cerebrales sobre las que se construyen nuestros recuerdos.

Cuando uno aprende algo por su cuenta, a menudo tiene la tentación de justificar que abandona por causa de las dificultades a las que debe hacer frente, o cuando el proceso se vuelve exigente. A menudo nos decimos «no pasa nada, esto yo lo aprendo porque quiero, porque me gusta, no pretendo ser un experto mundial en este tema. Es una actitud equivocada, pero no porque tengamos que exigirnos al máximo y llegar a la excelencia en todo cuanto hacemos, sino porque, sencillamente, el esfuerzo forma parte del proceso de aprendizaje, de cualquier aprendizaje. Los aprendizajes más profundos y permanentes se logran trabajando en profundidad los conceptos, y esto es algo que puede resultar difícil o costoso. Habrá momentos en que necesitemos un apoyo, o simplemente darnos cuenta de que aún no es el momento de acometer esa tarea

(de nuevo, la guía de un experto nos puede ayudar a discernir qué tareas estamos capacitados para emprender y cuáles debemos dejar para más adelante). También lo hemos visto en el capítulo dedicado a la práctica: para que la práctica resulte eficaz, a veces es necesario hacerla en situaciones de cierta dificultad, e incluso de cierto riesgo, de estrés controlado. Estas situaciones forzarán una mayor implicación de nuestras capacidades. El filósofo español Juan Antonio Marina afirma que uno de los componentes fundamentales de la felicidad es la superación de retos. Y desde aquí podemos afirmar que también es uno de los componentes (y de los mecanismos) fundamentales del aprendizaje. Interviene de un modo decisivo en la motivación, y además guarda una total coherencia con la forma en que sabemos que aprende nuestro cerebro.

¿Qué ocurre entonces con esas facilidades de acceso a la información, con los buscadores y los chatbots? ¿Ayudan o entorpecen nuestra capacidad de aprendizaje? Aprender de forma profunda y duradera precisa elaboración por nuestra parte. Necesitamos aportar esfuerzo, sí, pero no cualquier esfuerzo, necesitamos hacer un esfuerzo orientado a la elaboración de conocimiento basado en la información que conseguimos. Si la búsqueda de información cuenta con menos asistencia, entonces necesitará un mayor esfuerzo por nuestra parte, y ese trabajo probablemente redundará positivamente en el aprendizaje. Si eliminamos esa parte, la que nos hace más cómodo el acceso a la información, entonces debemos asegurarnos de que en otro punto del proceso sí se trabaja en la elaboración de conocimiento. Las herramientas informáticas son un aliado maravilloso para el acceso a la información. Una vez que hemos accedido, somos nosotros quienes tenemos que utilizarla en el aprendizaje. Para aprender necesitamos que la nueva información deje su huella en nuestro

cerebro. Y esa huella solo permanecerá si las pisadas son profundas, no basta con un paso ligero y rápido.

Dormir

Dormir es la mejor meditación.

DALAI LAMA

Uno de los sueños más famosos de la historia de la ciencia es el que tuvo el químico alemán August Kekulé, uno de los padres de la química orgánica moderna, que logró descubrir la estructura circular del benceno tras soñar con un ouroboros, una serpiente que se muerde la cola. Los historiadores de la ciencia no se ponen del todo de acuerdo sobre la veracidad de este relato, ni sobre si fue Kekulé el primero que propuso esta estructura circular del benceno, pero el sueño de Kekulé es un ejemplo muy conocido de cómo ejercemos la creatividad mientras dormimos. Abundan los mitos y leyendas en los que dioses y demonios se aparecen en sueños y a veces otorgan sus premios —y sus pagos— en forma de descubrimientos o creaciones. El músico veneciano Tartini soñó que había hecho un pacto con el diablo y que Satanás tocaba para él una pieza maravillosa. Al despertar anotó lo que recordaba de la obra, que se convirtió en su composición más celebrada, la Sonata en sol menor para violín *El trino del Diablo*. Srinivasa Ramanujan, el más grande matemático indio, afirmaba que por las noches recibía la visita de Narashima, consorte de su diosa familiar Namakkal, y esta le dictaba complejos resultados matemáticos que transformaron para

siempre esta disciplina. El mismísimo Paul McCartney recibió en sueños *Yesterday*, votada como la mejor canción pop de la historia... y no es el único *hit* surgido de la imaginación de genios durmientes.

No todos hemos tenido experiencias tan llamativas como las de Kekulé, Tartini o Ramanujan, pero sí hemos vivido episodios en los que, durante el sueño, o al despertar, nos ha venido una idea a la cabeza, hemos solucionado una preocupación o hemos dado con la respuesta a una pregunta. Es una situación que a todos a los que de una manera u otra nos dedicamos a la programación nos resulta familiar. A veces te toca revisar líneas y líneas de tu propio código porque hay algo que falla y no eres capaz de encontrar el error. Puedes realizar pruebas sobre los programas para encontrar el fallo, o utilizar herramientas automáticas, pero no siempre dan resultado y no te queda más remedio que inspeccionar el código. Tal vez tras horas de buscar sin éxito, se ha hecho tarde y te vas a dormir. Al día siguiente vuelves a la tarea y casi de inmediato das con aquello que el día anterior estuviste buscando con tanto ahínco y no encontrabas. Una mayúscula que debía ser minúscula, una letra repetida, un signo que falta... suele ser una cosa pequeña, una aguja en un pajar, que encuentras nada más levantarte. Una explicación posible es que tras el sueño reparador te sientes despejado, descansado, y tus capacidades de búsqueda están afinadas y nuevitas. Puede ser parte de la explicación, pero ¿es posible que el cerebro haya estado actuando por su cuenta mientras dormías?

Durante siglos se creyó que el sueño era para nuestro cerebro poco más que un sinónimo de descanso. Se pensaba que de alguna forma el cerebro se apagaba (o casi) para poder ejercer de nuevo su actividad durante la vigilia, que simplemente se reponían células, se eliminaban toxinas y se realizaban algunas tareas automáticas de

mantenimiento. Nada más lejos de la realidad. Los periodos de sueño son de una actividad frenética por parte de nuestras neuronas, que además de realizar actividades de consolidación de lo aprendido durante el día, también son capaces de generar nuevos conocimientos. Son capaces de ser creativas.

La consolidación de recuerdos es una tarea esencial para el aprendizaje que consiste en que lo que hemos retenido en nuestras sesiones de aprendizaje o entrenamiento pase a formar parte de nuestros circuitos estables de neuronas, de nuestra memoria a largo plazo. Multitud de estudios han demostrado que esa actividad se realiza de forma preferente durante el sueño. Es decir que, sin lugar a duda, dormir bien ayuda a aprender mejor. Y esto es así porque durante el periodo de sueño consolidamos mejor los aprendizajes. Se han llevado a cabo centenares de pruebas y estudios en distintas circunstancias, pruebas de memorización, pruebas de aprendizaje, así como resonancias magnéticas, con animales y con humanos, y el resultado es clarísimo: asentamos los aprendizajes durante el sueño. De hecho, algunos aprendizajes se asientan mejor si los repasamos antes de dormir. El cerebro parece gestionarlos más eficazmente durante el sueño. Es preciso cuidar de la calidad y cantidad de nuestro sueño, planificarlo de modo adecuado para que colabore en nuestros aprendizajes y no los perjudique. En general, no es buena idea privarse del sueño antes de un examen importante o durante largos periodos de estudio. Cuando estamos en un periodo exigente, comer y dormir bien contribuirán a que aprendamos mejor. El motivo no es solo que nuestro cuerpo estará en las mejores condiciones para asumir las tareas que tengamos por delante, sino que el sueño también cumple su función específica en el aprendizaje. Tanto la consolidación como la atención dependen del sueño.

Pero eso no es todo. Resulta que también podemos aprender cosas nuevas mientras dormimos. Podemos generar nuevas ideas basadas en lo que hemos incorporado durante el día, y en lo que ya conocemos, en lo que tenemos almacenado en nuestras conexiones, en nuestras neuronas. La actividad de nuestro cerebro durante las distintas fases del sueño es fascinante. Mientras dormimos, el cerebro inventa, es decir, ensaya nuevas conexiones previamente inexistentes entre conceptos y pensamientos que tenemos almacenados. Busca soluciones e intenta estrategias nuevas. La mayoría son desechadas directamente antes de despertar sin dejar huella. Pero a veces ocurre que sí dejan huella, y esa huella resulta aprovechable. El material de esa creatividad son los contenidos que tenemos almacenados, nuestros recuerdos. Aún no está claro si todos nuestros recuerdos están disponibles para esta actividad creativa que podemos llamar inconsciente, si son más accesibles los que hemos recibido más recientemente o aquellos que hemos utilizado en las horas inmediatamente anteriores, pero el material con el que se construyen nuestros sueños se encuentra en el cerebro. Esta es una más de las consecuencias positivas de tener una red rica en conocimientos. Los sueños de Kekulé, de McCartney, los de Tartini e incluso los de Ramanujan pudieron ser fuente de creaciones tan valiosas porque se apoyaron en los esfuerzos realizados durante la vigilia, y en los materiales que esos esfuerzos depositaron en sus cerebros.

Hay que tener cuidado de no confundir ser capaz de aprender, e incluso crear, durante el sueño con la posibilidad de aprender cualquier cosa mientras dormimos. Hay quien cree que podemos aprender un idioma o un libro de texto solo con ponernos grabaciones mientras estamos dormidos. Pero la cosa no funciona así. En general, podemos decir que durante el sueño no somos

capaces de adquirir conceptos que no tengamos previamente almacenados de alguna forma en nuestras redes de neuronas. Para aprender algo nuevo precisamos de nuestra memoria de trabajo, y esta necesita atención y concentración. En el apartado anterior vimos cuán importante era implicarse en el proceso de adquisición de conocimientos para lograr que nuestros aprendizajes fueran eficaces, significativos y duraderos. No existe algo así como una máquina automática que nos inserte conocimientos estructurados en el cerebro sin la intervención de nuestra consciencia, de nuestra voluntad (y de nuestro esfuerzo). El sueño es una fase importante de nuestro mecanismo habitual de aprendizaje, no es un sustituto. La parte del aprendizaje que se lleva a cabo durante el sueño no es algo extraordinario, no es una especie de truco. Es parte esencial de nuestra forma ordinaria de aprender, es una más de nuestras herramientas. Además, su carencia dificulta el buen funcionamiento de los mecanismos de la memoria y de la evocación. Siempre que podamos, es mejor aprovechar el poder que ejerce el sueño para asentar nuestros aprendizajes. Es un poder muy difícil de sustituir.

Olvidar

Pensar es olvidar diferencias, es generalizar, abstraer. En el abarrotado mundo de Funes no había sino detalles, casi inmediatos.

JORGE LUIS BORGES,
Funes el Memorioso

Parece contradictorio, pero es así. Para aprender necesitamos olvidar. No es una cuestión de espacio, a estas alturas ya sabemos que nuestra memoria no es un armario con cajones que en cuanto se llenan son incapaces de acoger nuevos conocimientos. Con ciertos límites, nuestra capacidad es prácticamente inagotable. Pero todos hemos experimentado situaciones en las que hemos necesitado olvidar. Pondré un ejemplo que he estado comprobando con muchas personas a las que he preguntado. Casi todo el mundo recuerda el número de teléfono que tenía en la casa de su infancia, por más años que lleve sin utilizarlo. En mi caso, hace más de treinta y cinco años que no uso ese número ni lo marco, mis padres cambiaron de casa y de teléfono durante mi infancia y no lo hemos vuelto a usar. Pero yo lo recuerdo. Recuerdo ambos, el viejo y el nuevo. No son recuerdos que colisionen entre sí. Sin embargo, hace un par de años cambié de compañía de teléfono móvil y me entregaron una tarjeta SIM que tiene un PIN para activarla en caso de que se me apague el móvil, por ejemplo, lo cual me sucede de

vez en cuando. Yo suelo recordar el PIN de mis tarjetas del móvil — he tenido cuatro o cinco—, pero nunca recuerdo el anterior al actual. Para recordar el PIN nuevo tengo que olvidar el anterior. El proceso tarda un poco más que cuando aprendí el primero sin tener que olvidar el anterior. He preguntado a unos cuantos amigos y todos relatan la misma experiencia, nadie recuerda sus PIN anteriores y a todos les cuesta un poquito el cambio. Yo ahora podría decir el número PIN de mi tarjeta actual sin problema. Cuando cambio, al aprender el nuevo debo olvidar el antiguo, son datos que colisionan entre sí; al parecer se genera un mecanismo de recuerdo bastante específico para ese-número-que-tengo-que-teclear-si-se-me-apaga-el-teléfono, y no puede haber dos datos usando ese mecanismo. Sin embargo, aquellos de mis amigos que tienen dos teléfonos con dos números PIN diferentes, recuerdan ambos sin problema. Esto es algo más que una mera curiosidad, es una característica de nuestro cerebro que resulta sumamente útil conocer a la hora de mejorar nuestros aprendizajes, y aun diría más, a la hora de mejorar nuestra vida.

Somos capaces de sobrecribir recuerdos. Y podemos hacerlo intencionalmente. Para ello tenemos que evocarlos, a ser posible en la situación en que vayamos a usarlos o en que podamos aprovechar dicha sobreescritura, y entonces sustituir la información vieja por la nueva. Podemos reaprender cosas que hemos aprendido mal, y no solo eso, esta propiedad de la memoria se puede utilizar en psicoterapia para lidiar, por ejemplo, con el estrés postraumático. Simplificando mucho, podría decirse que los principios básicos son similares: en psicoterapia se intenta evocar el recuerdo que provocó el trauma (que está instalado en nuestra memoria y provoca consecuencias muy negativas) en una situación segura, calmada, desde la que poder empezar a construir

asociaciones menos negativas. Para situaciones no excesivamente graves, este método funciona razonablemente bien (si la sesión la conduce alguien experimentado, claro está, siempre hay que contar con la ayuda de un especialista). En los casos más graves pueden ser necesarias otras medidas.

Además, olvidar tiene otro significado menos obvio en términos de aprendizaje. Una parte del aprendizaje consiste en la generalización, necesaria para construir conceptos. Jorge Luis Borges lo intuyó de manera magistral en su cuento *Funes el memorioso*, cuyo protagonista, al no poder olvidar, no podía aprender; y años después, la ciencia ha confirmado su tesis. Para poder generalizar, construir argumentos o categorías abstractas, conviene olvidar los detalles. Si no sabemos olvidarlos, no podremos dar con lo que tienen en común. Mi conocimiento de lo que es un perro se basa en los cientos o miles de perros que he visto en mi vida (aunque más bien lo construí con apenas unos pocos ejemplares cuando era niño). Pero he de obviar sus diferencias, olvidarlas de alguna manera para saber qué tienen en común. Este es uno de los mecanismos más poderosos en la construcción del pensamiento.

El verdadero conocimiento, el profundo, sienta sus bases en el olvido. Porque nuestra capacidad de abstraer se basa en nuestra capacidad de pasar por alto los detalles. Podríamos pensar que no es cierto, que simplemente pasamos por alto esos detalles, y al percibir ya elaboramos el concepto general eliminando lo que creemos que no es importante. Pero lo cierto es que sí olvidamos, en el sentido de que no permitimos que se establezcan las conexiones permanentes necesarias para conformar el concepto o el procedimiento que estamos aprendiendo.

Este es, al menos desde mi experiencia, uno de los aspectos más

difíciles del aprendizaje. Seguramente sea el obstáculo contra el que más he luchado a la hora de aprender matemáticas, y a la vez uno de los aspectos que me parecen más poderosos, para las matemáticas y para muchos otros saberes, como la música. Aprender a abstraer, a olvidar el detalle en favor de la perspectiva general (que, además, más adelante podrás aplicar a los detalles) en mi opinión es una de las tareas fundamentales de expertos y profesores a la hora de enseñar. En mi caso, la primera vez que fui consciente de esto fue en mis primeros años de la carrera de Matemáticas, en particular con las asignaturas de Álgebra abstracta, cuando entré en contacto con los teoremas de Noether, como ya he relatado en las primeras páginas de este libro. En ese proceso vi lo importante que es poner ejemplos y situaciones que nos permitan aprender a deshacernos de unos detalles y dar fuerza a otros para poder obtener un resultado o una propiedad aplicable a distintos casos. En música lo aprendí al conocer los grados de una escala y cómo se relacionan entre sí. Y podría citar cientos de ejemplos, de hecho, todos podríamos hacerlo. Construir un marco general exige el olvido intencionado —y guiado, añadiría yo— de los detalles. Si quieres aprender bien una disciplina, y eso incluye aprender esquemas abstractos, al dar los primeros pasos debes contar con la ayuda de alguien que te enseñe a distinguir lo esencial de lo accesorio. Y ese tipo de aprendizaje es, en mi opinión, uno de los más satisfactorios que se pueden adquirir.

Inconformismo

No es la dificultad lo que impide atreverse, sino que toda la dificultad viene de no atreverse.

LUCIO ANNEO SÉNECA,
Epístolas morales a Lucilio, epístola 104

La inmensa mayoría de la gente dibujamos más o menos como cuando éramos niños. Llega un punto en que nuestros dibujos son lo suficientemente buenos, y no mejoramos más. A partir de ahí, consideramos que ese es «nuestro nivel», estamos contentos con ello y no vamos más allá. Ahora bien, casi todos somos conscientes de que, si nos pusiéramos a aprender y a practicar de forma sistemática, asistiendo a clases, por ejemplo, con un buen método y alguien que nos enseñe a hacerlo, mejoraríamos sustancialmente. Sin embargo, cuando pensamos en otros muchos aprendizajes consideramos que cada cual ya tiene su nivel máximo, marcado de nacimiento, y que hasta ahí puede llegar, sobre todo si la cosa tiene que ver con habilidades físicas o deportivas (o matemáticas). Pensamos que es obvio que ese nivel es distinto para cada persona, a unos *se les dan bien* unas cosas y a otros se les dan bien otras. Por supuesto, con la práctica y el método podemos aprender más y ser algo mejores en cualquier materia, pero solo hasta alcanzar nuestro supuesto nivel máximo de habilidad, que de algún modo vemos como algo genético.

La historia de la humanidad ha demostrado que eso no es (del todo) así, y la ciencia tiene una explicación para ello. Veámosla. Un ejemplo del delicado equilibrio entre los supuestos límites genéticos y la capacidad de superación es el atletismo. La única distancia fuera del sistema métrico decimal que se reconoce oficialmente para los récords es la milla, que equivale a 1,609344 kilómetros. El atletismo, o «pedestrianismo», como era conocido por aquel entonces, tiene su origen en la Inglaterra del siglo xvii. Los primeros récords atléticos datan de mediados del siglo xix, y una de las primeras distancias de las que se tiene constancia es la milla. El primer récord mundial de la milla se registró en 1855, unos magníficos 4 minutos y 28 segundos, logrados por Charles Westhall. La distancia se popularizó, y con ella una barrera mítica que se consideraba fuera del alcance humano: correr una milla en menos de cuatro minutos. Las décadas de los años treinta y cuarenta del siglo xx vieron a auténticos héroes rozar esa barrera inalcanzable, y los atletas y la prensa especializada lo consideraban un imposible. Hasta el 6 de mayo de 1954, fecha en la cual el inglés Roger Bannister corrió una milla en 3 minutos, 59 segundos y 4 décimas. Fue en Oxford. Casi cien años después de aquel récord inicial de Westhall, la barrera de los cuatro minutos cayó en una carrera irrepetible. ¿Irrepetible? Quizá no tanto. Apenas un mes y medio después, el australiano John Landy corrió una milla en 3:58.0, venciendo en el último metro a Roger Bannister, que también bajó de los 3 minutos y 59 segundos. A partir de ese momento se sucedieron carreras en las que distintos atletas bajaban de los cuatro minutos. Apenas diez años más tarde, Jim Ryun era el primer estudiante de instituto que bajaba de los cuatro minutos. Hoy, el récord del mundo está en los 3:43.23 que marcó Hicham El Guerrouj en Roma, en 1999. ¿Es casualidad que después de cien años,

apenas un mes después de que la primera persona bajara de los 4 minutos lo hicieran la segunda y la tercera? ¿Y que en muy poco tiempo la mayor parte de los atletas profesionales estuvieran por debajo de esa barrera que parecía infranqueable para el ser humano? No, no lo es, y esta historia de la milla y los cuatro minutos puede ayudarnos a entender algo sobre la relación entre genética y voluntad cuando afrontamos los límites de nuestro aprendizaje.

No hay diferencias genéticas que expliquen la diferencia entre Westhall, Bannister o El Guerrouj. Desde el punto de vista genético son humanos esencialmente idénticos. Las condiciones tecnológicas (pista, zapatillas, etcétera) tampoco dan cuenta por sí mismas de diferencias tan notorias. Los avances tecnológicos en el deporte influyen en los récords, pero las diferencias no son tan grandes. El Guerrouj podría haber corrido la milla por debajo de los cuatro minutos con las condiciones que existían décadas antes de su récord. Y no hubo cambios significativos entre los cinco años anteriores a Bannister y los cinco posteriores. Sin embargo, en los cinco años anteriores al récord de Bannister nadie corrió la milla por debajo de cuatro minutos, y en los cinco años posteriores esa marca se batió en numerosas ocasiones. Entonces, ¿dónde está la diferencia? Precisamente en el punto de inflexión, en saber que se podía.

La historia está repleta de este tipo de ejemplos, en las más diversas disciplinas. De todos ellos se desprende que hay ciertos límites, personales o colectivos, que no son tales. Lo que sucede es que la tarea del aprendizaje requiere dedicar los recursos necesarios y cierta dosis de inconformismo. Ahí está el problema, en que nos conformamos. A menudo confundimos un punto de equilibrio con una limitación. Encontramos un punto de equilibrio entre lo satisfechos que estamos con nuestro desempeño en una

tarea o habilidad, y el esfuerzo que prevemos que nos costará mejorar. Eso es lo que sucede con el dibujo. Sabemos que mejorar requerirá tiempo y dedicación, y que probablemente necesitaremos una guía especializada, si es que la tenemos disponible. Todo ello requiere un ejercicio de voluntad que estamos dispuestos a asumir solo en función de cuánto podamos mejorar. De modo que, si ya estamos satisfechos con lo que tenemos, no veremos la necesidad de invertir en mayores esfuerzos.

Con ello no quiero decir que todo límite sea superable, conviene tener cierta prevención a este respecto, pero la idea fundamental es que ese punto de equilibrio, de satisfacción con lo que ya sabemos actúa como un limitador de nuestra capacidad de aprendizaje. Por supuesto que hay limitadores genéticos, nadie correrá jamás una milla en menos de un minuto, para poder lograrlo nuestro cuerpo tendría que evolucionar de una manera decisiva, eso no está a nuestro alcance. Hay que saber evaluar las propias limitaciones y ser realistas para evitar la frustración. Sin embargo, en muchos casos, las limitaciones a nuestro aprendizaje provienen de límites que no son reales. ¿Cómo podemos superarlas? Fundamentalmente haciendo una evaluación honesta y rigurosa de nuestras posibilidades de mejora y de nuestra voluntad de emprender los esfuerzos necesarios para llevar a cabo dicha mejora. Lo primero podemos hacerlo mediante el diálogo, y sabiendo qué es lo que los demás pueden hacer, hasta dónde pueden llegar, porque seguramente yo podré llegar a algo bastante similar. De este modo podremos deshacernos de esos puntos de equilibrio que a veces resultan tan limitantes. Lo segundo es evaluar nuestra capacidad de esfuerzo. Aquí la buena noticia es que, como estamos viendo a lo largo del libro, con un esfuerzo bien ordenado, bien planificado y realista se puede conseguir mucho. La noticia no

tan buena es que la ciencia nos dice que la capacidad de esfuerzo tiene algo de innata, algo de carácter genético, algo más de lo que parece. Hay personas que son más capaces de esforzarse que otras. Y probablemente sea por eso por lo que logran más cosas que otras. Por consiguiente, un buen objetivo en el que concentrar nuestras acciones es mejorar nuestra capacidad de esfuerzo, y también sustituirla con buenas estrategias de aprendizaje que exijan menos de esa capacidad. Volviendo al ejemplo del atletismo, mucha gente, atletas populares, hace grandes esfuerzos —demasiados— por conseguir sus metas, y a menudo acaban lesionándose. Resulta mucho más eficaz seguir un buen plan de entrenamiento. Un plan de entrenamiento nos permitirá mejorar mucho más que un esfuerzo desmedido siguiendo un entrenamiento poco adecuado. Muchos corredores aficionados confunden esfuerzo con entrenamiento, y eso no es bueno, el sobreentrenamiento es una de las principales causas de lesiones entre los aficionados. Y no solo eso, también puede inducir a crear límites falsos: si por mucho que entreno no consigo mejorar, es que mi cuerpo no puede correr más rápido de lo que ya lo hace. Y de ahí surge un falso punto de equilibrio: ya corro más o menos bien, hago un gran esfuerzo, y si me esfuerzo más, corro un serio riesgo de lesionarme. Pues resulta que esto no es así en la inmensa mayoría de los casos. Lo que se necesita para mejorar es entrenar mejor, seguramente invirtiendo mucho esfuerzo, es verdad, o dedicando más tiempo a las sesiones de entrenamiento, pero el límite no es genético, ni en cuanto a la capacidad atlética, ni en cuanto a la capacidad de esfuerzo. Cada cual tiene sus capacidades y sus límites, claro, no somos todos iguales, dos personas con diferentes capacidades atléticas y de esfuerzo lograrán resultados diferentes si entrenan bien. Pero ambos lograrán resultados muy buenos, mucho mejores de los que

obtendrían si solo hicieran esfuerzos sin control. Aplicando esto mismo a los aprendizajes escolares, veremos que hay muchos estudiantes cuyo mayor obstáculo para obtener buenos resultados es un discurso erróneo de supuestas limitaciones personales. Lo hemos visto al hablar de la ansiedad matemática. Es preciso que no se conformen con sus resultados. Aprenderán más y mejor de lo que se imaginan.

Este inconformismo, tan necesario para poder aprender de forma provechosa, nos permitirá romper dos límites. Uno de ellos es el del relato falso, como la ansiedad matemática, que te dice que no puedes hacer algo que en realidad sí puedes hacer. Y el otro es el del equilibrio del conformismo, cuando te encuentras en ese punto en el que lo que has conseguido te parece suficiente y no crees que merezca la pena el esfuerzo que implicaría tratar de mejorar. Explorarse a uno mismo de forma sincera pondrá al descubierto cualquiera de esas dos situaciones, y entonces será cuando el inconformismo se convierta en un potente aliado del aprendizaje.

Una cosa muy distinta es creerte que no tienes límites, que puedes conseguir todo cuanto desees, que con esfuerzo y motivación lograrás cualquier cosa que te propongas y que lo único imposible es lo que no se intenta. Son ese tipo de frases bienintencionadas con las que a todos nos gustaría estar de acuerdo, envueltas con el aura mágica de los grandes logros conquistados por ese supuesto genio sin descubrir que todos llevamos dentro. Y no es así. Hay cosas que uno no logrará por más que lo intente, no todos somos genios, ni falta que hace. Asimilar esta realidad nos llevará mucho más lejos que esa confianza bobalicona en que todo es posible, y que probablemente al único lugar al que nos conduzca sea la decepción. Conocerse a uno mismo, incluidos sus límites, es la mejor forma de trascenderlos,

porque sí que hay algo en lo que todas esas frases tienen algo de razón, y es en que nuestros propios límites están mucho más lejos de lo que creemos.

El coraje y la alegría de aprender son la mejor forma de escapar a esos límites. No la ensoñación ingenua de que todo es posible para el que lo intenta, ni la enumeración amarga de todas las cosas que se supone que no puedo hacer. Nuestra capacidad de aprendizaje es nuestra capacidad de expandir la frontera de nuestros límites. Y no existen barreras que puedan ponerle freno al aprendizaje, siempre hay algo nuevo, siempre hay más, y nuestra curiosidad nos lleva de la mano a conocer tantos lugares como sea posible. Creo que, llegados al final de este libro, podemos afirmar con todo rigor y con plena consciencia que una vida de aprendizaje es una vida sin límites.

Ahora bien, aún nos queda una frontera por explorar: ¿se puede aprender la creatividad?

EPÍLOGO

Aprender a ser creativos, a escribir bien, a hacer buena música...

A soul in tension that's learning to fly
Condition grounded but determined to try
Can't keep my eyes from the circling skies
Tongue-tied and twisted, just an earth-bound
misfit, I^[1]

PINK FLOYD, «Learning to Fly»

Es posible que no todo se pueda aprender, que haya algunas áreas en las que no podamos «cambiar para ser mejores». Todos tenemos nuestras limitaciones, y quizá algunos aspectos de la vida queden fuera de nuestra capacidad de avanzar. Es posible que sea así, sí. En cualquier caso, esos aspectos que escapan a nuestra facultad de aprendizaje serían muy pocos. Con una buena estrategia de aprendizaje y dedicando los recursos necesarios, podemos mejorar en casi todo de manera notable. La evidencia científica y nuestro conocimiento de cómo funciona el cerebro nos invitan al optimismo a la hora de ejercer esa pasión tan humana que es el continuo aprendizaje. Sin embargo, aún queda una esquinita inexplorada, una sombra que ha rondado muchas de las conversaciones que he tenido sobre el aprendizaje. Aprender a tocar un instrumento no te

convierte en un buen músico, no te hace capaz de componer buenas canciones. Saber leer y escribir no te convierte en poeta. Una cosa es ser capaz de ejecutar e incluso dominar la técnica de una disciplina, y otra muy distinta es ser capaz de crear algo bueno, algo nuevo, algo distinto, innovador. ¿Eso se puede aprender? ¿Se puede aprender a ser *creativo*? Hay una corriente de opinión que dice que no. Que la creatividad es una especie de don con el que se nace, un talento innato que se tiene o no se tiene, una chispa que no se puede entrenar o aprender. Que se pueden aprender ciertas destrezas, pero no la creatividad. Sin embargo, los expertos en creatividad y sus investigaciones nos dicen que sí, que se puede entrenar y mejorar. Hay dos buenas noticias a este respecto. La primera es que todos podemos ser creativos a distintos niveles, y la segunda es que la creatividad se puede entrenar, se puede aprender. La clave está en crear buenas condiciones para el surgimiento de la creatividad. No confundamos esto con la capacidad de crear obras de arte maravillosas, genialidades científicas o revoluciones tecnológicas. La psicología de la genialidad está fuera de lo que pretendo compartir en estas páginas. La condición del genio incluye de una u otra forma el exceso y la vivencia intensa, llegando incluso a lindar con las diversas variantes de la locura. Lo cuenta de forma excepcional Rosa Montero en su libro *El peligro de estar cuerda*, y es la tesis de fondo de una novela gráfica magnífica: *Logicomix*. No, el acercamiento a la creatividad de estas páginas no pretende analizar la genialidad (aunque nos asomaremos tímidamente a ese concepto), sino las formas de reconocer y cultivar la creatividad que todos somos capaces de ejercer en mayor o menor medida.

Antes de saber cómo mejorar nuestra creatividad, quizá sea bueno comprender en qué consiste ser creativos. Es difícil definir la

creatividad, pero podemos quedarnos con la idea de que es la habilidad de hacer algo nuevo, o de hacer las cosas de un modo diferente y mejor. No basta con hacer las cosas de forma distinta e inesperada. La diferencia tiene que aportar algo, algún valor. La creatividad tiene que ver con la sorpresa y con el cambio, con un cambio que sea positivo en algún sentido. No siempre está claro qué significa *mejor* o *positivo*, incluso puede depender de la cultura y del momento, pero podemos imaginar algunas situaciones claras y sencillas. Ponerme el zapato derecho en el pie izquierdo y viceversa puede ser inusual y sorprendente, pero no supone una mejora en ningún sentido. Se sale de las convenciones, es atrevido y alocado, pero no sirve para nada, de hecho, es peor que la solución habitual en todos los aspectos. Una solución creativa al hecho de calzarme puede ser ponerme zapatos de distintos colores en cada pie. Esto también es nuevo y sorprendente, pero de nuevo podemos preguntarnos: ¿le aporta algún valor a mi forma de calzarme? Depende de la situación. En los lugares en los que este tipo de novedades no será bienvenido, como un examen de oposición o un funeral, es posible que esta innovación no sirva para nada, o que incluso resulte contraproducente. Pero puede haber contextos en los que resulte una novedad divertida y sorpresiva, tan buena como llevar ambos zapatos iguales. Si voy a dar una charla sobre matemáticas a un grupo de niños pequeños puede resultarles gracioso que el serio matemático que viene a hablarles lleve un zapato de cada color. La broma quizá reduzca la distancia que nos separa, me haga más cercano a sus ojos y facilite mi comunicación con ellos. Es un ejemplo muy tonto y muy simple (por cierto, nunca he ido a dar una charla a un colegio con los zapatos de diferente color), pero sirve para ilustrar el hecho de que para hablar de creatividad no basta con aludir a la novedad, hace falta que la

novedad conlleve un aporte que merezca la pena.

Dejar que nuestro cerebro pasee por su propio bosque

El privilegiado mecanismo de la creatividad funciona estableciendo conexiones inesperadas entre ideas, entre procedimientos, entre situaciones o conceptos. Estas conexiones disparatadas son el resultado del pensamiento creativo, y a la vez pueden ser su disparadero, su origen. El genial escritor y pedagogo italiano Gianni Rodari trabaja esta capacidad de las conexiones inesperadas para generar creatividad en su libro *Gramática de la Fantasía*. Es un libro magnífico que recomiendo encarecidamente, no solo para quien quiere inventar historias (ese es el objetivo fundamental de Rodari), sino para quien quiere entrenar su creatividad. Rodari habla del binomio fantástico; se trata de elegir dos palabras cualesquiera y con ellas construir una historia. Es una propuesta simple pero muy efectiva. La he usado en muchas ocasiones con niños y adultos en talleres de narración; los resultados son muy divertidos y en ocasiones estimulantes. También sirve como juego, y captura de un modo sencillo y esencial la médula de la creatividad. Entonces, si el mecanismo de la creatividad es el establecimiento de conexiones novedosas y sorprendentes, ¿podemos aprender ese mecanismo? ¿podemos mejorarlo de alguna forma y hacer que nos resulte más fácil? La respuesta es que sí podemos, y que básicamente solo hacen falta dos ingredientes para generar en nosotros mismos un entorno en el que la creatividad pueda florecer. Se trata de generar un paisaje, cuanto más rico mejor, y permitirnos pasear por él.

El primero de los ingredientes es generar un rico paisaje interior. Se trata de alimentar nuestro cerebro con contenidos, ideas, conceptos, experiencias y recuerdos que habiten nuestros circuitos neuronales a la espera de ser llamados a la acción. Es muy

interesante que esos contenidos sean lo más variados posible, la mayor cantidad posible, de diversas procedencias, de distintos tipos. Saber cosas que no tienen nada que ver unas con otras es tan importante para la creatividad como tener algunos buenos conocimientos profundos. Los artistas, los genios, tienen una forma de observar privilegiada en este sentido. Ya sea de forma natural, ya con apoyos externos, con su forma de mirar son capaces de localizar esas conexiones impensables, o bien las encuentran sin buscar, ocurren en su cerebro y son capaces de hacer maravillas con ellas.

Acostumbrar a nuestro cerebro a gestionar distintas formas de saber es fundamental para que pueda establecer conexiones, tanto habituales como novedosas. Por supuesto, tener material para establecer esas conexiones es la única forma de conseguir que se produzcan. Nuestra vida y nuestro trabajo nos llevan muchas veces en el sentido contrario, y preferimos no salirnos de lo que ya sabemos hacer, de aquello a lo que estamos acostumbrados. Hacemos lo nuestro cada vez mejor, nos convertimos en especialistas en uno o dos ámbitos. Cuanto más variado sea nuestro ambiente de trabajo, más variedad de situaciones podremos gestionar, pero al final buscamos la seguridad de lo que ya conocemos. Es normal, es natural, y en cierto sentido es muy bueno, porque nos permite ser muy eficientes en la gestión de nuestros recursos cognitivos, de nuestro tiempo y de nuestra energía. Pero este movimiento conservador no nos ayudará a ser creativos. Si pretendemos dar con nuestra creatividad tendremos que abrazar la variedad, interesarnos por aquello que está lejos de nuestra vida habitual. Es muy positivo que un científico lea poesía, que una ingeniera acuda al teatro, que los deportistas se interesen por la pintura o los escritores por las matemáticas. La actividad

humana es tan rica y variada que es inagotable en el espacio de una vida. Tenemos un territorio infinito por explorar y descubrir. Cada descubrimiento que hagamos enriquecerá nuestro propio quehacer, diferenciarnos dentro de nuestra propia especialidad, saber de algo que no tiene nada que ver con lo que solemos hacer incluso nos hará mejorar en aquello que ya hacemos habitualmente. Un técnico de sonido aficionado a la escalada, una poeta a la que le gusta el fútbol, el dependiente de una tienda de ropa que devora libros de física y de filosofía... están enriqueciendo su vida y serán capaces de resultar más creativos en aquello que se propongan. El primer ingrediente para la creatividad es, por tanto, saber cosas. Cuanto más variadas, mejor. Cultivar un bosque interior con toda la biodiversidad que el mundo es capaz de ofrecer, o mejor: un bosque y una playa, una sabana, un desierto, ríos y valles, un paisaje habitado por otros paisajes.

El segundo ingrediente es darle la oportunidad a nuestro cerebro de trabajar de forma inconsciente, sin contar con nuestra voluntad y esfuerzo. La concentración y la atención son herramientas fundamentales para lograr desentrañar los secretos de aquello que estemos aprendiendo o trabajando, nos permiten avanzar en la especialización y en el dominio de una disciplina, son fundamentales para ser expertos. Pero no bastan para ser creativos. La creatividad es el reino de los paseos, de los intelectuales y de los físicos. Me encanta que la palabra inglesa *wander* (pasear) y la palabra *wonder* (maravilla, sorpresa) sean tan parecidas. Solo con dejar que nuestro cerebro se pasee libremente, mirando distraído el paisaje de todo cuanto tiene almacenado, estamos contribuyendo a que establezca esas conexiones inesperadas de las que se alimenta la creatividad. Pasear por un bosque no es lo mismo que pasear por un páramo, pero en ambos lugares podemos pasear de maravilla y descubrir

parajes hermosos. Del mismo modo, un cerebro que piensa libremente, sin motivo ni dirección, nos sorprenderá con descubrimientos inesperados. Si tiene más contenidos por donde pasear, tendrá más oportunidades, pero, en cualquier caso, es preciso dejar que se pasee. En su libro titulado *Mindwandering*, el neurocientífico Moshe Bar afirma que esos paseítos cognitivos nos ayudan no solo a ser más creativos, sino también a estar de mejor humor. Exactamente igual que sucede con un paseo físico. Pero es que además esta relación entre los paseos y las divagaciones mentales no es solo una analogía. Efectivamente, pasear incentiva la creatividad. También el aburrimiento la fomenta, siempre y cuando tengamos un nutrido bosque de ideas y conceptos en nuestro interior, como hemos visto hace unas páginas. Y también el sueño. Dormir bien es una de las condiciones necesarias para que nuestro cerebro trabaje por su cuenta y nos traiga ideas sorprendentes de esos viajes en los que apenas hemos estado presentes. Uno de los humoristas más creativos de nuestro tiempo, John Cleese, del grupo inglés Monty Python, autor y actor de películas inolvidables, es uno de los mayores exponentes de la creatividad en la cultura y en el humor. Escribió una pequeña y divertida guía para la creatividad, en la que insiste en la idea de dejar que nuestro cerebro trabaje por su cuenta para poder transitar el territorio de lo novedoso, de lo inesperado.

Teniendo claros estos dos ingredientes, podemos embarcarnos en el camino de mejorar nuestra creatividad. A la hora de alimentar nuestro cerebro, hagámoslo también con la obra y la experiencia de quienes han sido creativos antes que nosotros. Es preciso exponerse a la belleza, crear conexiones interesantes, hermosas, ser testigos de aquello que ha ido dando forma a nuestro mundo. No es lo mismo leer buenos libros que libros malos, no es lo mismo

escuchar una música que otra, y, sobre todo, no hay que escuchar siempre la misma. Es preciso contemplar la obra de los grandes artistas, y también las ideas de los mejores pensadores. Hoy en día tenemos acceso a muchísima belleza, a una cantidad inmensa de obras interesantes. Sería traicionarnos a nosotros mismos no aprovechar esta ventaja, mutilar nuestro acceso a la riqueza de todo cuanto tenemos a nuestra disposición. Sigue habiendo muchos eventos y recursos culturales y científicos que resultan caros o inaccesibles. Pero nunca como hasta ahora ha existido tanta disponibilidad de recursos a nuestro alcance para poblar nuestro bosque, nuestros paseos interiores, con un paisaje tan rico, variado, bello e interesante.

Llevar las conexiones a la realidad

Establecer conexiones es el primer paso para la creatividad. El segundo es llevar esas conexiones a la realidad, ponerlas en marcha. Ejercer de verdad la creatividad implica llevar a cabo lo que hemos ideado. Para descubrir las implicaciones que este gesto conlleva, viajaremos hasta las matemáticas de la primera mitad del siglo xx.

Uno de los mejores matemáticos de todos los tiempos es el francés Henri Poincaré. Se dice de él que fue el último que dominó toda la matemática de su tiempo. Su influencia fue decisiva, exploró direcciones nunca vistas y creó desde cero campos enteros de las matemáticas actuales. Un aspecto de Poincaré que nos interesa enormemente es que él era capaz de observar con detenimiento y claridad sus propios procesos de pensamiento, sus propios procesos creativos. Henri Poincaré, al que debemos la invención de la teoría del caos, dio una charla sobre la creación matemática en la Sociedad Psicológica de París. Siguiendo a Poincaré, otro de los

grandes matemáticos del siglo, el francés Jacques Hadamard escribió un magnífico libro titulado *Psicología de la invención en el campo matemático*. El libro es interesantísimo, y aunque se apoya en teorías psicológicas de su tiempo, que actualmente ya están muy superadas, tiene unas intuiciones magníficas. La obra de Poincaré y de Hadamard ha contribuido decisivamente a la comprensión del fenómeno de la creatividad. No todas las conexiones creativas tienen la misma intensidad, algunas conllevan saltos conceptuales enormes, mientras que otras apenas aportan pequeños avances que resultan novedosos pero no del todo sorprendentes. Las consecuencias de la existencia de estos dos tipos de salto creativo inciden a su vez en dos aspectos importantísimos relacionados con la creatividad.

El primero es que los genios son capaces de establecer conexiones absolutamente inesperadas, tienen intuiciones que constituyen saltos conceptuales enormes. Los genios ven lo que nadie vio antes, incluso lo que nadie esperó antes; la suya es la forma más espectacular de creatividad, nos deja con la boca abierta y abre nuevos tiempos en cualquier disciplina. Luego están los pequeños saltos, que también son creativos, y a los que también tenemos acceso aquellos que carecemos de la genialidad de los grandes. La creatividad tiene muchos grados, y la genialidad solo es uno más. Hay una creatividad cotidiana, que es la que hace avanzar nuestras formas de entender y trabajar, incluso nuestra vida cotidiana y nuestras relaciones.

La segunda consecuencia de las ideas de Hadamard y Poincaré tiene que ver con la puesta en funcionamiento de las ideas creativas. Los grandes saltos son más difíciles de aterrizar en la práctica, y también resulta más difícil saber si funcionarán o no. Cuando un matemático tiene una intuición creativa, cuando siente

que cierto teorema es correcto, comienza el trabajo, a veces arduo, de comprobar los detalles y de escribir una demostración que ratifique la veracidad del resultado. Muchas veces, por el camino se sufren grandes decepciones: aquello que parecía que iba a cumplirse no lo hace. Puede ocurrir que un resultado que parecía cierto resulte ser falso cuando uno intenta demostrarlo de forma rigurosa. El camino de la intuición al rigor resulta más largo, difícil e incierto cuando la intuición supone un salto creativo grande que cuando el salto es pequeño. Los que nos dedicamos a las matemáticas y a la ciencia lo hemos experimentado muchísimas veces en nuestro trabajo, forma parte de nuestros procesos habituales. No es lo mismo tener una idea que comprobarla, solemos decir que «el diablo se esconde en los detalles», y estoy seguro de que lo mismo ocurre en otras muchas disciplinas. Quizá el ejemplo más impresionante de esta relación entre intuición y rigor sea el del matemático indio Srinivasa Ramanujan, del que ya hemos hablado algunas páginas más arriba. Ramanujan es el paradigma del poder de la intuición pura. Su caso es único, excepcional. Vivió en la India entre finales del siglo XIX y principios del XX. Nació en Erode en 1887, y desde pequeño mostró un gran interés y habilidad por las matemáticas. En sus primeros años escolares alternó periodos de desinterés con otros de buen rendimiento en las materias académicas. En un momento dado llegó a sus manos un libro de matemáticas, escrito por G. Carr, que contenía una colección variada de resultados, fórmulas y teoremas matemáticos. Ramanujan llevó a cabo un proceso autodidacta de aprendizaje de las matemáticas con aquel libro, y a partir de entonces pasó a la historia para siempre. El joven Ramanujan pudo demostrar por sí mismo muchos de los resultados del libro de Carr, otros los mejoró, e incluso se atrevió a imaginar nuevos teoremas y resultados

matemáticos, redescubrió algunos viejos resultados de Euler o Bernouilli, e ideó propiedades del infinito y relaciones numéricas que aun hoy, cien años después, nos resultan sorprendentes. Ramanujan era un genio puro, los poderes de su intuición superaban todo lo que se había visto hasta el momento. Ha pasado un siglo desde que Ramanujan murió y hasta la fecha no ha vuelto a aparecer nadie con una creatividad tan deslumbrante. Sin embargo, la capacidad inventiva de Ramanujan, por espectacular que fuera, no decía mucho sobre la validez de sus propuestas. Así que el genial matemático indio contactó con algunos de los mejores matemáticos de su tiempo. Entre ellos destacaban Hardy y Littlewood, de la Universidad de Cambridge, en el Reino Unido, que recibieron una carta llena de resultados matemáticos sorprendentes, imaginados por un joven autodidacta de un remoto lugar de la India. Al principio, Hardy y Littlewood no hicieron demasiado caso de aquel extraño envío, igual que había ocurrido con otros matemáticos a quienes las cartas les llegaron antes, pero por fin lo examinaron con detenimiento, y lo que allí encontraron cambió las matemáticas para siempre. De entre la multitud de resultados que Ramanujan les envió, había algunos ya conocidos y correctos, que Ramanujan había redescubierto por sí mismo. Había otros muy llamativos, que cuando fueron estudiados con rigor resultaron ser falsos. Otros, sin embargo, eran nuevos, desconocidos, brillantes hallazgos de un jovencito sin apenas formación que maravillaron a los mejores matemáticos de su época y que aún hoy nos sorprenden por su profundidad y creatividad. John Littlewood, y sobre todo Godfrey Hardy, invirtieron todos sus esfuerzos en ayudar a Ramanujan a aprender a demostrar sus propios resultados. Trataron de imbuirle el rigor que precisa la matemática, la diferencia entre una idea y su demostración. Hardy escribió *Apología de un matemático*, uno de

los mejores testimonios del poder de la creatividad en cualquier disciplina, donde relata su relación con Srinivasa Ramanujan. La historia de Ramanujan es muy conocida en el mundo matemático, y representa la genialidad más absoluta. Posiblemente nunca volverá a haber una mente como la suya. De hecho, es muy difícil comprender cómo fue posible que llegara a existir alguien como Srinivasa Ramanujan.

Hardy y Ramanujan nos mostraron de forma excepcional el camino de la verdadera creatividad, en sus dos fases: la intuición, que establece nuevas conexiones entre ideas, y la verificación y depuración de esas intuiciones para lograr contribuciones relevantes. Insisto: no estoy contando esta historia para que identifiquemos creatividad y genialidad, ya hemos visto antes que no solo los genios son creativos. Más bien se trata de ilustrar la doble faceta de la verdadera creatividad, la invención es la primera parte, y el rigor la segunda, en cualquier disciplina.

Contexto

Todo el mundo sabe que el invento de la imprenta revolucionó el mundo, lo cambió para siempre, hasta el punto de que hoy nuestra sociedad es la que es porque Johannes Gensfleisch zur Laden zum Gutenberg ideó un artefacto de tipos móviles con el que empezó a imprimir libros. No mucha gente sabe que casi ochenta años antes de Gutenberg la imprenta ya se había inventado en lo que hoy es Corea del Sur. La Biblioteca Nacional de Francia alberga en su sección de literatura oriental un libro extraordinario llamado 직지 만투맨 홍보, que nosotros conocemos como *Jik-Ji*. Se trata del último volumen de un tratado budista escrito por el monje Baegun, que fue impreso en el Templo Heungdeok, en Corea, el año 1377, casi ochenta años antes de que Gutenberg imprimiera su primera Biblia

en Mainz. El *Jik-Ji* es con todo derecho el primer libro impreso de la historia, es decir, que efectivamente la imprenta se inventó en Corea dieciocho años antes del nacimiento de Gutenberg. En el año 2001 la UNESCO declaró este ejemplar del *Jik-Ji* patrimonio de la Humanidad y lo incluyó en su programa Memory of the World (Registro de la Memoria del Mundo).

El hecho de que siempre hayamos considerado al alemán el inventor de la imprenta no es debido a que la imprenta coreana fuera más primitiva o muy distinta de la de Gutenberg, la técnica de impresión de ambas es muy similar, puesto que la imprenta del Templo Heungdeok también era de tipos móviles. Gutenberg y los monjes budistas del Templo Heungdeok tuvieron la misma idea, la desarrollaron con igual pericia y fueron capaces de materializarla de un modo similar, haciendo realidad con ello una innovación portentosa. Sin embargo, Gutenberg cambió el mundo para siempre, mientras que la imprenta coreana se quedó en una curiosidad que no recibiría el reconocimiento que se merecía hasta seiscientos años más tarde. La diferencia de impacto de ambas ideas se debe al contexto en que se desarrollaron. La sociedad europea del siglo xv era muy diferente de la coreana de apenas unas décadas antes, y la trascendencia que tuvo la imprenta se debió también al tipo de sociedad que acogió la novedad. De alguna manera, saber reconocer la valía de la aportación de una idea forma parte del proceso creativo. Por eso es tan importante que nuestro bosque de ideas y conocimientos sea rico, no solo para poder establecer buenas conexiones, sino también para poder reconocer su poder creativo cuando se produzcan. Para poder brindarles el contexto adecuado y que puedan ser importantes tanto para nosotros como para los demás. El poder transformador de una idea también forma parte de su carácter creativo, y esa capacidad de transformación

ocurre necesariamente en un contexto al que la idea está profundamente vinculada.

El contexto en el que nace una idea no es solo el contexto social e histórico donde se produce, como en el caso de la imprenta, también cuenta el contexto personal, que depende de nuestra formación, de nuestros conocimientos previos. Ese bosque en el que pueden surgir las ideas es también el que las acoge. La misma idea novedosa puede tener un recorrido muy diferente, dependiendo de la persona que la produzca. Por ejemplo, muchas veces sucede que alguien tiene en la cabeza una bonita melodía, por ejemplo; si además posee la técnica y los conocimientos musicales que le permitan hacerla crecer, será capaz de hacer maravillas con ella. La pequeña idea melódica que se encuentra en la base del *Preludio en mi menor* de Chopin es insultantemente sencilla, es muy simple. Alguien como yo, sin formación musical, no podría haber hecho nada aprovechable con ella. Chopin construyó sobre una base muy simple una de las más hermosas obras musicales de la historia. Esto ocurre muchas veces en la música. Una pequeña chispa es capaz de iluminar sinfonías enteras en las manos adecuadas. Al hablar de técnica y conocimientos musicales no me refiero exclusivamente a la formación musical formal o académica; existen excelentes músicos por todo el mundo cuya formación musical, aun siendo muy profunda, está alejada de las partituras y los conservatorios —un ejemplo sobresaliente de ello es el guitarrista Paco de Lucía, pero hay muchísimos más ejemplos—. La formación y la técnica, tanto si tienen un origen académico como si no, también inciden en la sensibilidad y en la creatividad, la apoyan, la impulsan, le dan vida y la dotan de alas. No solo en el sentido de tener la capacidad de producir nuevas ideas bellas, sino también en el de ser capaces de apreciarlas y de desarrollarlas para hacerlas

crecer. El músico Sergio Feferovich en su charla «La música de las ideas», o el director inglés Benjamin Zander en su magnífica conferencia «El poder transformador de la música clásica» lo cuentan maravillosamente. Ambos se refieren, entre otros, al ejemplo de Chopin y su *Preludio en mi menor*. Volvemos al punto de partida. La creatividad se nutre del conocimiento, y como tal, podemos cultivarla mediante el aprendizaje. No hay anda más falso que esa pretendida contradicción entre creatividad y técnica.

Cuatro pasos en el proceso creativo

La creatividad no es solo una cuestión de esfuerzo e inspiración, sino también de entrega, incluso de generosidad. No se trata de un mero proceso de extracción de ideas, aunque lo incluye, y para hacer posible esa innovación es preciso pasar antes por una fase de observación y aceptación, de asimilación de lo nuevo a un contexto adecuado. Lo bueno de todo ello es que podemos cultivarlo, podemos aprenderlo, podemos mejorar nuestra capacidad creativa. No solo se trata, ni siquiera en esencia, de una chispa genial. La chispa es necesaria, pero no basta, y una pequeña chispa es capaz de producir una luz enorme si sabemos hacerla brillar. Hay una buena parte del proceso creativo en la que nuestra capacidad de aprendizaje tiene una importancia enorme. Podemos afirmarlo rotundamente, es posible aprender a ser creativos. A modo de resumen, podemos dividir los procesos creativos en cuatro fases, o más exactamente en cuatro mecanismos, que a veces pueden darse de forma simultánea.

1. Construir el paisaje: tejer una red amplia de conocimientos variados, de ingredientes dispares que nuestro cerebro usará para establecer relaciones inesperadas.

2. Permitirse el paseo: dejar que el cerebro establezca las conexiones pertinentes de forma no intencional, paseándose por el bosque que hemos preparado. Pasear, dormir bien, aburrirse... son acciones que permitirán a nuestro cerebro paseante dar con tesoros ocultos en el paisaje, inventar. Es aquí donde no sirve de nada esforzarse. Es aquí donde hemos de ocuparnos en desocuparnos.
3. Aceptación y discernimiento: Nuestro cerebro paseante encontrará muchas cosas si se lo permitimos. Algunas de ellas las descartará él mismo a través de la selección de la atención y de la memoria. Y de entre las que recordemos, algunas no las sabremos usar para nada relevante, ya sea porque son malas ideas, ya porque resultan poco significativas, o simplemente porque no es su momento, no han encontrado el contexto adecuado. Solo seremos creativos si sabemos para qué, si sabemos dar contexto a las ideas que aparecen en nuestra imaginación.
4. Técnica y esfuerzo: aunque nos sintamos tentados a separarlo de la creatividad, el esfuerzo también desempeña su papel en el proceso creativo. Es el momento de desarrollar esa idea nueva, trabajarla y darle forma. Es el momento de centrarse en aquello que hemos obtenido del paseo por el bosque. Y para este paso necesitamos recurrir a nuestra técnica, a nuestra formación y nuestra sensibilidad.

Nada escapa a la creatividad

No es casual que haya puesto como ejemplo de creatividad plena a un matemático. Todavía queda mucha gente que piensa que el pensamiento creativo es exclusivo de las disciplinas artísticas, de la literatura, de la pintura, de la música. Pero el pensamiento creativo

también se encuentra, y mucho en las ciencias, en la ingeniería, y otras muchas disciplinas afines. Este motor que impulsa a hacer las cosas de una forma diferente y mejor puede aplicarse a casi cada aspecto de nuestra vida.

Oí hablar por primera vez de Valentín Muro en el pódcast *Aprender de Grandes*, del argentino Gerry Garbulski, una de las personas que más en serio se ha tomado comprender qué es el aprendizaje y cómo puede contribuir a mejorar nuestra vida. Valentín lleva adelante un blog y una *newsletter* sobre «cómo funcionan las cosas». Que no te engañe el título, no se trata de desentrañar el funcionamiento de un motor eléctrico o del engranaje de un reloj de pulsera. Valentín observa el funcionamiento de la vida y de las relaciones humanas en toda su variedad, y desde su mirada minuciosa, sabia e ingenua al mismo tiempo, descubre la novedad donde los demás vemos rutina o directamente no vemos nada. Es un ejemplo de creatividad que me emociona, porque está en la base de cómo nos acercamos a la vida, al mundo. Valentín Muro ejerce su creatividad en las preguntas que hace, que se hace. Son preguntas muy creativas que responden a una metodología muy peculiar, caracterizada por la meticulosidad con que observa. Él lo define muy bien en la entrevista con Gerry Garbulski en *Aprender de grandes*: las preguntas que inventa Valentín surgen del lugar que comparten la filosofía y los *hackers*. La cultura *hacker* se caracteriza por disfrutar de analizar en detalle aquello en lo que trabajan, o sus aficiones, que normalmente tienen que ver con el mundo de la tecnología —por eso los identificamos siempre con la informática—. No se quedan en un uso superficial, quieren ver cómo funciona el programa que usan, cómo accede a la memoria del ordenador, cómo funciona esa memoria, qué componentes electrónicos tiene, son una fuente inagotable de curiosidad por los detalles de aquello

que manejan. En este sentido, siempre ha habido *hackers*, es decir, personas que quieren comprender profundamente aquello que los demás nos limitamos a usar con más o menos aprovechamiento. Al otro lado del espectro de la curiosidad profunda se encuentran los filósofos. La filosofía aspira a comprender hasta las últimas consecuencias. No se detiene al preguntar, trata de alcanzar el fundamento último de todo, de nuestro comportamiento, del conocimiento, de la existencia y del ser. Los *hackers* serían algo así como los filósofos del detalle, de lo minucioso. Filósofos y *hackers* comparten ese mecanismo de alegre (o dramática) insatisfacción con las respuestas parciales. Siempre quieren desentrañar la siguiente capa, comprender.

Valentín vive en ese mismo terreno. Siempre quiere levantar la siguiente capa para ver qué hay debajo, para analizar un poquito más. Su campo de acción es nuestra vida cotidiana, nuestras relaciones, aquello que damos por garantizado y pasamos por alto: por qué y cómo nos abrazamos, qué significa, por qué cuidamos de las plantas, qué es la vergüenza, cómo se pide perdón... todo es objeto de la creatividad de sus preguntas: los fines de semana, los payasos, el picante, las cosquillas, cambiar de opinión...

Unos cuantos capítulos más arriba hablaba de la importancia de las buenas preguntas para el aprendizaje, y me encanta descubrir ahora, casi al final, que la creatividad también reside en las preguntas, no solo en las respuestas. Ya estamos cerca de concluir esta andadura y ahora es cuando alcanzamos la esencia del aprendizaje, la misma que inauguraba nuestra búsqueda en las primeras páginas: aprender es cambiar para mejorar. Nuestro cerebro es capaz de modificar su estructura física de forma singular para cada persona, y quienes preguntan mejor, aprenden mejor. Posiblemente, la curiosidad y la creatividad sean los mejores

garantes de una vida plena, de una vida feliz, de la alegría perdurable. Las dos confluyen en la palabra «aprender».

CONCLUSIÓN

Un resumen de buenas noticias

Durante la preparación y escritura de este libro ha ocurrido algo no buscado, algo de algún modo inesperado, pero no del todo sorprendente: he aprendido mucho, muchísimo, sobre el propio aprendizaje. Y me ha encantado hacerlo. Es un tema infinito y cautivador. He estudiado mucho acerca de cómo aprendemos, he leído mucho, he preguntado mucho, he pensado mucho y, en consecuencia, he aprendido mucho. Al principio no me daba cuenta, iba intentando poner las ideas en orden, tratando de escribir algo que pudiera ayudar a celebrar la maravilla que es aprender. Pensé en lo que quería escribir y en cómo hacerlo, planifiqué capítulos y me marqué un objetivo. Casi lo primero que hice (y he seguido haciendo durante todo el proceso) fue preguntar a gente que admiro, a amigos y familiares qué es lo que hacen para aprender. Les hice varias preguntas y mantuve muchas conversaciones sobre el tema. Me gustó mucho hablar sobre ello, y me satisfizo comprobar que también a mis interlocutores, a todos sin excepción, les gustaba conversar sobre el aprendizaje. Esta es la primera buena noticia: es un tema de conversación maravilloso. Funciona invariablemente, ya sea con una persona a solas o en una cena con

varias, siempre que he lanzado la pregunta «¿qué sientes que te gustaría aprender y cómo lo harías?», la conversación fluye, es muy agradable, muy interesante y nos ayuda a conocernos más y a compartir con las demás cosas que no estamos acostumbrados a compartir.

Muy pronto, en este proceso, empecé a leer sobre el tema. Quería conocer lo que la ciencia sabía acerca del aprendizaje, qué sabía la psicología cognitiva, qué sabían las neurociencias, qué se había estudiado y cómo se había adquirido ese conocimiento. Aquí encontré la segunda buena noticia, quizá la mejor de todas: se sabe mucho y se han hecho miles de experimentos para saber cómo funciona el aprendizaje y cómo podemos llevarlo a cabo de la mejor manera. Es un mundo inmenso y muy rico. Es muchísimo lo que se conoce bien, y además se sabe cómo aplicar este conocimiento a nuestros propios procesos de aprendizaje. Entonces me sumergí en una serie de libros fascinantes escritos por investigadores e investigadoras que han estudiado los procesos del aprendizaje. Los libros me llevaban a artículos científicos, y estos a otros artículos, y de nuevo a otros libros. Y los libros a nuevas conversaciones. Un buen día me di cuenta de lo muchísimo que estaba disfrutando del aquel proceso. No quería que acabara. La literatura de divulgación sobre neurociencias, sobre psicología cognitiva y sobre educación y aprendizaje me ha cautivado. He encontrado ideas brillantes, experimentos sorprendentes, incluso historias emocionantes, a veces divertidas, protagonizadas por las personas implicadas en el descubrimiento de, por ejemplo, lo que sabemos sobre la memoria. Este libro iba a ser algo mucho más breve y mucho más superficial, pero el plan inicial cambió radicalmente. Me apasioné absolutamente con lo que estaba escribiendo y siempre quería más. Por suerte, mi editor en Penguin Random House, Gonzalo Eltesch,

me permitió, haciendo gala de una paciencia y una generosidad infinitas, que siguiera adentrándome más y más en este mundo, aunque no cumpliera ninguno de los sucesivos plazos de entrega que me ponía.

De este recorrido por la literatura científica sobre el aprendizaje, creo que podemos extraer cinco breves ideas que tienen un fundamento científico muy sólido y que invitan al optimismo a la hora de emprender procesos de aprendizaje:

- Tenemos una capacidad muy alta de aprendizaje durante toda la vida.
- Una vida intelectualmente activa y mantener siempre viva la curiosidad por las cosas, son un buen antídoto para paliar los efectos de las enfermedades neurodegenerativas. Y además contribuyen a nuestra felicidad y constituyen una fuente de placer y plenitud.
- Conocemos lo suficiente acerca del funcionamiento de la memoria como para poder discernir qué prácticas funcionan mejor a la hora de aprender de forma eficaz y eficiente.
- Llevar a cabo las prácticas adecuadas de planificación, atención y concentración mejora de forma muy significativa nuestros procesos de aprendizaje.
- Saber más cosas y más variadas facilita el aprendizaje de nuevas materias, nos permite disfrutar de una vida más plena, más feliz e interesante, y estimula nuestra creatividad.

Sobre estos puntos existen sólidas y variadas evidencias científicas de una veracidad absolutamente contrastada, tanto en lo que respecta a los aprendizajes escolares como a los no escolares. Lo cual, en sí misma, me parece una noticia extraordinaria.

Mientras escribía estas páginas, procuré poner a prueba en mi

propia persona las teorías y estudios que existen sobre el aprendizaje, y traté de aplicarlas poniendo en práctica diversos procesos de adquisición de conocimientos que fueran dignos de ser compartidos. La experiencia ha sido, como no podía ser de otro modo, un auténtico placer. He podido corroborar lo bien que funcionan ciertas cosas que yo ya hacía antes, como la planificación o la evocación, y además he entendido por qué funcionan. He podido hallar una explicación para algunas de mis costumbres a la hora de aprender o de trabajar, en particular con todo aquello que tiene que ver con la concentración y las distracciones, con las preguntas o con el papel de la elaboración, a veces dificultosa, de conocimiento. Gracias a todo ello he logrado ser más consciente de mis propios procesos y más capaz de aprovechar lo bueno que ya hacía, así como de evitar algunas cosas que hacía y no estaban bien. Finalmente, he descubierto cosas nuevas, prácticas de las que no había oído hablar y que resultan de gran utilidad, y actitudes que pueden mejorar en gran medida nuestros procesos de aprendizaje. También he descubierto la importancia de la conversación, he comprendido como nunca hasta ahora el trascendental papel que desempeñan el sueño y el olvido, y, por supuesto, ha cambiado para siempre mi forma de dar *feedback* a mis estudiantes. Aprender a aprender me ha enseñado a enseñar mejor, sin la menor duda.

Todo esto se resume en una noticia que me llena de felicidad: he podido comprobar de modo fehaciente cómo una persona como yo, que ha dedicado su carrera profesional a aprender y a enseñar, que lleva haciéndolo muchos años con total entrega y resultados satisfactorios, es capaz de mejorar su propia forma de aprender gracias los nuevos conocimientos que ha adquirido. He experimentado en mis propias carnes eso que podríamos llamar *ciencia-ayuda*. Funciona, funciona muy bien y por razones muy

consistentes. Estas razones, al estar basadas en el conocimiento científico adquirido a través de miles de experimentos y estudios, hacen que no solo me funcionen a mí, sino a cualquiera que se ponga en serio a seguir estas prácticas, y a aplicar este conocimiento. Cuando digo «cualquiera» no me refiero a que tenga que funcionarle a todo el mundo por igual. Tal como demuestran numerosos estudios, los efectos pueden variar considerablemente de unos sujetos a otros, pero, en términos estadísticos, podemos afirmar con toda seguridad que funcionan mayoritariamente.

Por supuesto, a lo largo de este tiempo he aprendido algo de historia de Al-Ándalus, hasta alcanzar el nivel que me propuse al principio del libro. Me hubiera gustado aprender algo más de salsa, aún no me atrevo del todo, pero creo que haberme enfrentado a ese reto me ha hecho perderle el miedo al baile, por decirlo de alguna manera, y ganar confianza. El mero hecho de haber afrontado el desafío me hace sentir mejor persona. He hecho varios cursos de ciberseguridad y ahora manejo de una forma más consciente mis equipos informáticos. Y sobre todo he aprendido mucha geometría algebraica. En este aprendizaje es donde más he puesto en práctica las ideas y procedimientos que aparecen en este libro. He visto que se puede, que podemos mejorar mucho si nos lo proponemos en serio, si llevamos a cabo una metodología adecuada. Por eso yo, que soy muy reticente a dar consejos, te animo a que te pongas a aprender, a satisfacer tu curiosidad, a reservar parte de tu tiempo para llevar a cabo aprendizajes de calidad. Se puede, y además se disfruta mucho.

Otra de las buenas noticias que pueblan este libro es que aprendiendo se puede disfrutar mucho, y además mejorar en la esfera personal. Este contacto tan intenso que he mantenido con la ciencia y con la práctica del aprendizaje ha sido un viaje maravilloso

que he ido refiriendo a quienes tenía a mi alrededor. Compartía los artículos que leía, las narraciones de los experimentos que se han llevado a cabo para saber cómo funcionamos en este campo que nos distingue como humanos, todo cuanto llegaba a mis manos. He sido un pesado feliz con este tema. Me he pasado horas y horas enganchado en conversaciones y lecturas apasionantes en cafés y en trenes, en la cama o el sofá, dando paseos y en despachos. Y lo he contado mil veces, he mantenido conversaciones preciosas con personas cercanas y con personas a las que apenas conocía. Y he cambiado. Gracias a las lecturas y a las conversaciones he cambiado a mejor, de algún modo podría decirse que también he aprendido a vivir mejor. Y aunque no me lo esperaba, descubrir el poder transformador del aprendizaje, también en el ámbito personal, ha sido una noticia prodigiosa.

Finalmente, quisiera destacar que el hecho de que nuestros propios aprendizajes sirvan para mejorar la vida de los demás y de nuestro entorno ha supuesto un descubrimiento muy esperanzador. Por un lado, porque mi propia mejora me permite contribuir de un modo más eficaz a mejorar mi sociedad y mi entorno, a ser más consciente de lo que ocurre a mi alrededor y a interpretarlo con mayor criterio. Saber más y mejor me hace más libre. Y, por otro lado, los aprendizajes de los demás también me mejoran a mí, mejoran mi vida. No todos podemos aprenderlo todo, saberlo todo. Puedo apoyarme en lo que otros saben, y los demás pueden apoyarse en lo que yo sé. Estas conexiones hacen que, al igual que ocurre con los circuitos neuronales de nuestro cerebro, las nuevas ideas, los nuevos conocimientos, aniden de forma más eficaz y puedan contribuir a mejorar el conjunto.

BIBLIOGRAFÍA

Durante el proceso de escritura de este libro he consultado muchas fuentes, algunas excelentes. Como sabes, he leído mucho, he visto muchos vídeos, he hablado con muchas personas. Muchas de estas fuentes han ido apareciendo citadas a lo largo del texto, y si las conoces o has ido a buscar más información, habrás reconocido ideas que han expuesto con más pericia y más sabiduría gente como Stanislas Dehaene, Héctor Ruiz o Mariano Sigman. En este libro no está todo, por supuesto, ni tampoco me he convertido en un especialista de la ciencia del aprendizaje. Pero me siento con ganas de invitarte a que te asomes a este mundo al que he tenido la dicha de asomarme yo. He querido recoger en esta parte final una pequeña selección de referencias que puede ser de utilidad para quien quiera profundizar más en el mundo del aprendizaje. Creo que hay pocos temas sobre los que merezca más la pena leer de vez en cuando, sea cual sea tu actividad. Por suerte se escribe mucho sobre el aprendizaje y todo cuanto lo rodea, porque, como hemos visto, es un tema apasionante y muy enriquecedor. De ahí que quiera compartir contigo esta breve lista de referencias a partir de las cuales poder avanzar más en la comprensión y el disfrute del hecho de aprender.

Casi todas las referencias que aparecen son libros divulgativos y

artículos científicos. Hay algunos libros muy específicos y otros más generales. Algunos están dedicados en exclusiva al tema del aprendizaje, mientras que otros lo tratan de forma más tangencial. De todos he sacado algo positivo, mucho más de lo que he sabido trasladar a estas páginas, por supuesto. También he leído libros malos, que los hay. Libros que no me han aportado nada nuevo, o bien que partían de bases o usaban metodologías poco rigurosas, y que acababan extrayendo consecuencias muy aventuradas o directamente erróneas. Te los ahorraré, esos no los cito aquí. Podría haberlos listado, advirtiéndote de mi prevención al respecto. Las razones para no hacerlo son claras: la primera es que mi opinión es parcial y prefiero equivocarme halagando, antes que criticando; y la segunda, que siendo limitados el tiempo y los recursos de que disponemos, mejor emplearlos en libros que sabemos que nos aportarán algo positivo. Además, quizá te encuentres con alguno de estos libros en el camino, y así podrás formarte tu propia opinión sobre su contenido.

Los libros que menciono a continuación los he seleccionado por su valor como referencias para poder conocer de forma bastante sistemática (no son cursos) lo que se sabe acerca del aprendizaje.

Cuatro libros destacados

De entre todos quiero destacar cuatro. Creo que constituyen un excelente punto de partida para conocer lo que se sabe acerca de cómo aprendemos y cómo podemos usar ese conocimiento para aprender mejor:

Stanislas Dehaene, *¿Cómo aprendemos?*, Madrid, Siglo XXI Editores, 2019

Este libro debe ocupar el primer lugar entre las referencias que he

manejado. Es un libro riguroso y sistemático, fascinante y además muy útil. Dehaene es uno de los mayores expertos mundiales en neurociencia, y en su libro expone con detalle qué es lo que se conoce sobre cómo aprende nuestro cerebro. Es un libro muy completo, que incide de forma particular en la distinción entre máquinas y humanos a la hora de aprender. Está cuajado de referencias a otros libros y a estudios científicos, por lo que tiene un gran valor como repositorio de referencias. Además, una de sus partes está enfocada especialmente a la práctica de la enseñanza. Es un excelente punto de partida para adquirir un conocimiento amplio sobre la ciencia del aprendizaje. Este es un libro que recomiendo encarecidamente leer, y al que volveré de vez en cuando. Por cierto, Dehaene también es matemático, y en otros libros suyos se ocupa de cómo entendemos las matemáticas.

Héctor Ruiz Martín, *Aprendiendo a aprender*, Barcelona, Vergara, 2020

El libro de Héctor Ruiz es de carácter práctico. Recoge de forma sucinta los resultados de muchos experimentos que indican cuáles son las formas más eficaces de aprender, y a partir de esta información ofrece una serie de consejos destinados a quienes estén implicados en un proceso de enseñanza o de aprendizaje. Es ligero, de lectura sencilla, muy práctico, y constituye una magnífica puerta de entrada al mundo del aprendizaje. Héctor Ruiz, como Dehaene, es un experto que aplica sus amplios conocimientos a la mejora de las prácticas docentes.

Mariano Sigman, *La vida secreta de la mente*, Barcelona, Debate, 2015

Mariano Sigman es un neurocientífico y divulgador argentino, y además es colaborador de Stanislas Dehaene. Este libro, a través

de numerosas experiencias y estudios, nos explica cómo funciona el cerebro, incidiendo sobre todo en aquellos aspectos que tienen que ver con el aprendizaje. Mariano Sigman nos muestra de forma clara y entusiasta los resultados de diversas investigaciones científicas, contagiándonos el entusiasmo y la fascinación que envuelven todo cuanto tiene que ver con el estudio científico del cerebro. También es un libro muy agradable de leer, que inculca el veneno de la búsqueda placentera del conocimiento. Todos los libros de Mariano son muy recomendables.

Héctor Ruiz Martín, *Los secretos de la memoria*, Barcelona, Ediciones B, 2022

En este libro Héctor Ruiz detalla el funcionamiento de la memoria y cómo se ha llegado a obtener un conocimiento tan completo de esta cautivadora función del cerebro. A partir de casos clínicos y de experimentos científicos realiza un repaso detallado del funcionamiento de los distintos tipos de memoria. Es un libro muy adecuado para comprender el funcionamiento de una capacidad fascinante en sí misma y que encierra la clave de todo aprendizaje.

Libros sobre educación y de temática variada

Hay otros libros que me han resultado útiles y que contienen mucha información sobre el aprendizaje en distintos ámbitos, sobre todo relacionados con la educación. Los transcribo siguiendo el orden alfabético de sus autores. Entre estos libros hay algunos dedicados a temas que en principio no están directamente relacionados con el aprendizaje o la educación, pero que, leídos bajo este prisma, iluminan muchos aspectos del maravilloso mundo del aprendizaje.

BAR, Moshe, *Mindwandering: How It Can Improve Your Mood and*

- Boost Your Creativity*, Londres, Bloomsbury Publishing, 2022.
- BAYLEY, Chris, *Hyperfocus: Cómo centrar tu atención en un mundo de distracciones*, Barcelona, Reverté Management, 2019.
- CHABRIS, Christopher F. y Daniel Simons, *The Invisible Gorilla: How our intuitions deceive us*, Nueva York, MJF Books, 2010.
- CLEESE, John, *Creatividad: Una guía breve y divertida*, Barcelona, Gustavo Gili, 2023.
- DEHAENE, Stanislas, *El cerebro matemático: Cómo nacen, viven y a veces mueren los números en nuestra mente*, Madrid, Clave Intelectual, 2022.
- , *El cerebro lector: Últimas noticias de las neurociencias sobre la lectura, la enseñanza, el aprendizaje y la dislexia*, Madrid, Clave Intelectual, 2022.
- DOXIADIS, Apostolos, Christos H. Papadimitriou y Alecos Papadatos, *Logicómix: Una búsqueda épica de la verdad*, Barcelona, Salamandra Graphic, 2020.
- DU SAUTOY, Marcus, *Para pensar mejor: el arte del atajo*, Barcelona, El Acantilado, 2023.
- ERICKSON, Martin, *¡Ajá! Soluciones: Soluciones ingeniosas para 100 problemas en apariencia difíciles*, Madrid, SM, 2016.
- FORÉS, Anna, José Ramón Gamo, Jesús C. Guillén, Teresa Hernández, Marta Ligioiz, Félix Pardo y Carme Trinidad, *Neuromitos en educación*, Barcelona, Plataforma Editorial, 2015.
- FURMAN, Melina, *Enseñar distinto: Guía para innovar sin perderse en el camino*, Madrid, Clave Intelectual, 2022.
- GLADWELL, Malcolm, *El punto clave (The Tipping Point)*, Barcelona, Taurus, 2007.
- , *Fuera de serie (Outliers): Por qué unas personas tienen éxito y otras no*, Barcelona, Taurus, 2009.
- HADAMARD, Jacques, *Psicología de la invención en el campo*

- matemático*, Buenos Aires, Espasa-Calpe, 1947.
- HARDY, G. H., *Apología de un matemático*, Madrid, Capitán Swing, 2017.
- HATIE, John A. C., *Visible learning. A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*, Abingdon, Routledge, 2009.
- KAHNEMAN, Daniel, *Pensar rápido, pensar despacio*, Barcelona, Debate, 2012.
- LE GUIN, Ursula K., *Contar es escuchar: Sobre la escritura, la lectura, la imaginación*, Madrid, Círculo de Tiza, 2017.
- LESLIE, Ian, *Curious: The Desire to Know Why and Why Your Future Depends on It*, Nueva York, Basic Books, 2015.
- LILIENFELD, Scott O., Steven Jay Lynn, John Ruscio y Barry L. Beyerstein, *50 Great Myths of Popular Psychology: Shattering Widespread Misconceptions about Human Behavior*, Hoboken, Wiley-Blackwell, 2009.
- LIVIO, Mario, *Por qué: Qué nos hace ser curiosos*, Barcelona, Ariel, 2018.
- MARIÑO, Xurxo, *La conquista del lenguaje: Una mirada a la evolución de la mente simbólica*, Barcelona, Shackleton Books, 2020.
- , *Neuronas para la emoción*, Barcelona, Shackleton Books, 2023.
- MONTERO, Rosa, *El peligro de estar cuerda*, Barcelona, Seix Barral, 2022.
- ORDINE, Nuccio, *La utilidad de lo inútil*, Barcelona, Acantilado, 2013.
- PARISER, Eli, *El filtro burbuja: Cómo la web decide lo que leemos y lo que pensamos*, Barcelona, Taurus, 2017.
- QUIAN QUIROGA, Rodrigo, *Borges y la memoria; De «Funes el memorioso» a la neurona de Jennifer Aniston*, Barcelona, NED ediciones, 2021.
- RODARI, Gianni, *Gramática de la fantasía*, Barcelona, Booket, 2009.
- RUIZ, Héctor, *¿Cómo aprendemos? Una aproximación científica al*

- aprendizaje y la enseñanza*, Barcelona, Grao, 2020.
- SACKS, Oliver, *El hombre que confundió a su mujer con un sombrero*, Barcelona, Anagrama, 2008.
- SÁENZ DE CABEZÓN, Eduardo, *Inteligencia matemática: Descubre al matemático que llevas dentro*, Barcelona, Plataforma Editorial, 2015.
- SIGMAN, Mariano, *El poder de las palabras*, Barcelona, Debate, 2022.
- SNOWDON, David, *678 monjas y un científico*, Barcelona, Planeta, 2010.
- SU, Francis, *Mathematics for Human Flourishing*, New Haven, Yale University Press, 2021.
- TALEB, Nassim Nicholas, *Antifrágil: Las cosas que se benefician del desorden*, Barcelona, Paidós, 2013.
- , *Jugarse la piel: Asimetrías ocultas en la vida cotidiana*, Barcelona, Paidós, 2019.
- WAGENSBERG, Jorge, *El pensador intruso: El espíritu interdisciplinario en el mapa del conocimiento*, Barcelona, Tusquets, 2014.
- YOURCENAR, Marguerite, *Memorias de Adriano*, Barcelona, Edhasa, 1999.

Artículos científicos

A lo largo de este libro he hecho muchas referencias a artículos y libros científicos, a experimentos e investigaciones que nos han permitido conocer cuáles son nuestros procesos de aprendizaje. A continuación, incluyo una lista de algunos de los más interesantes, o que han supuesto avances particularmente significativos. Hay muchos más que, aunque no aparecen aquí listados, sí están referenciados en la bibliografía que, aunque breve, es lo suficientemente representativa.

- BATTRO, Antonio M., *et al.*, «The Cognitive Neuroscience of the Teacher–Student Interaction», *Mind, Brain, and Education*, 7, 2013, pp. 177-181.
- BEILOCK, Sian L., Elizabeth A. Gunderson, Gerardo Ramirez y Susan C. Levine, «Female teachers' math anxiety affects girls' math achievement», *PNAS*, 107(5), 2010, pp. 1860-1863.
- CHASE, William G. y Herbert A. Simon, «Perception in chess», *Cognitive Psychology*, 4 (1), 1973, pp. 55-81.
- CORMICK, Craig, «Who doesn't love a good story? — What neuroscience tells about how we respond to narratives», *Journal of Science Communication*, 18 (5), 2019, Y01.
- DUNLOSKY, John, Katherine A. Rawson, Elizabeth J. Marsh, Mitchell J. Nathan y Daniel T. Willingham, «Improving Students' Learning With Effective Learning Techniques: Promising Directions From Cognitive and Educational Psychology», *Psychological Science in the Public Interest*, 14 (1), 2013, pp. 4-58.
- GOLLWITZER, P. M. y V. Brandstätter, «Implementation intentions and effective goal pursuit». *Journal of Personality and Social Psychology*, 73 (1), 1997, pp. 186–199, <<https://doi.org/10.1037/0022-3514.73.1.186>>.
- KANE, G. C., D. Palmer, A. N. Phillips, D. Kiron y N. Buckley, «Strategy, not Technology, Drives Digital Transformation», *MIT Sloan Management Review* (Cambridge, Massachusetts) y Deloitte University Press (Nueva York), julio de 2015.
- LAU, Nathan T. T., Zachary Hawes, Paul Tremblay y Daniel Ansari, «Disentangling the individual and contextual effects of math anxiety: A global perspective», *PNAS*, 119 (7), 2022, <e2115855119>.
- LISZKOWSKI, Ulf, Malinda Carpenter y Michael Tomasello, «Twelve-month-olds communicate helpfully and appropriately for

knowledgeable and ignorant partners», *Cognition*, 108 (3), 2008, pp. 732-739.

MACNAMARA, Brooke N., David Z. Hambrick y Frederick L. Oswald, «Deliberate Practice and Performance in Music, Games, Sports, Education, and Professions: A Meta-Analysis», *Psychological Science*, 25 (8), 2014, pp. 1608-1618.

MANN, Sandi y Rebekah Cadman, «Does Being Bored Make Us More Creative?», *Creativity Research Journal*, 26 (2), 2014, pp. 165-173.

MARK GLORIA, SHAMSI T. IQBAL, MARY CZERWINSKI, PAUL JOHNS Y AKANE SANO, «NEUROTICS CAN'T FOCUS: AN *in situ* Study of Online Multitasking in the Workplace», *Proceedings of the 2016 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 2016, pp. 1739-1744.

MARTÍNEZ-CONDE, S., *et al.*, «The Storytelling Brain: How Neuroscience Stories Help Bridge the Gap between Research and Society», *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 39 (42), 2019, pp. 8285-8290.

MISCHEL, Walter, Yuichi Shoda y Monica L. Rodriguez, «Delay of gratification in children», *Science*, 244 (4907), 1989, pp. 933-938.

MRAZEK, Michael D., *et al.*, «Mindfulness training improves working memory capacity and GRE performance while reducing mind wandering», *Psychological Science*, 24 (5), 2013, pp. 776-781.

NITHIANANTHARAJAH, Jess, y Anthony J. Hannan, «Enriched environments, experience-dependent plasticity and disorders of the nervous system», *Nature reviews. Neuroscience*, 7, 2006, pp. 697-709.

PLORAN, Elisabeth J., Amy A. Overman, J. Todd Lee, Amy M. Masnick, Kristin M. Weingartner y Kayla D. Finuf, «Learning to Learn: A pilot study on explicit strategy instruction to incoming college students», *Acta Psychologica*, 232, 2023, 103815.

- QUIROGA, Rodrigo Quian, L. Reddy, G. Kreiman, Christof Koch, Itzhak Fried, «Invariant visual representation by single neurons in the human brain», *Nature*, 435 (7045), 2005, pp. 1102-1107.
- , Alexander Kraskov, Christof Koch, Itzhak Fried, «Explicit encoding of multimodal percepts by single neurons in the human brain», *Current biology: CB*, 19 (15), 2009, pp. 1308-1313.
- SNOWDON, D. A., «Aging and Alzheimer's disease: lessons from the Nun Study», *The Gerontologist*, 37 (2), 1997, pp. 150-156.
- SOLOMON, Brittany C., Boris N. Nikolaev y Dean A. Shepherd, «Does educational attainment promote job satisfaction? The bittersweet trade-offs between job resources, demands and stress», *Journal of Applied Psychology*, 107 (7), 2022, pp. 1227-1241.
- VAN TILBURG, Wijnand A. P., y Eric R. Igou, «On boredom and social identity: a pragmatic meaning-regulation approach», *Personality & social psychology bulletin*, 37 (12), 2011, pp. 1679-1691.
- WILSON, Robert S., Tianhao Wang, Lei Yu, Francine Grodstein, David A. Bennett y Patricia A. Boyle, «Cognitive Activity and Onset Age of Incident Alzheimer Disease Dementia», *Neurology*, 97 (9), 2021, pp. e922-e929.
- WILSON, Timothy D., *et al.*, «Just think: the challenges of the disengaged mind», *Science*, 345 (6192), 2014, pp. 75-77.

Sitios Web

Finalmente, quiero recomendar algunos sitios web donde puedes encontrar recursos sobre el aprendizaje.

Aprender de Grandes: <https://aprenderdegrandes.com/>

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología:
<https://www.fecyt.es/es/FECYTedu>

Aprendemos juntos 2030 de BBVA:
<https://aprendemosjuntos.bbva.com/>

Charlas TED: <https://www.ted.com/>

Veritasium: <https://www.veritasium.com/>

Khan Academy: <https://es.khanacademy.org/>

Coursera: <https://www.coursera.org/>

Valentín Muro: <https://valentinmuro.com/>

AGRADECIMIENTOS

Hay muchas personas con las que he hablado para escribir este libro, incluso aunque cuando hablábamos no sabíamos que estábamos hablando de este libro. Hemos hablado de sus aprendizajes, de lo que les gustaría aprender o de cómo lo hacen cuando quieren aprender algo nuevo. Con algunas de ellas he intercambiado ideas específicas y experiencias sobre sus propias áreas de trabajo o sus habilidades. Algunas de estas personas incluso han leído partes de este libro en varias de sus formas preliminares, y sus comentarios han servido para mejorar las páginas que has podido leer. He aprendido mucho de todas ellas y de algunas más que no están aquí por olvido o despiste mío. Espero seguir haciéndolo. Sirva esta lista para agradecerles las conversaciones, los buenos consejos que me han dado, la generosidad con que han compartido su experiencia, la amabilidad con la que han respondido mis preguntas y la paciencia que han tenido cuando les contaba por enésima vez las mismas historias de experimentos y estudios y libros que leía y me parecían fascinantes. Tengo mucho que agradecer a al menos las siguientes personas, listadas en orden alfabético:

Mar Abad, Lucía Alcoceba, Nora Andrevia, Manuel Aragón, Elena Aranoa, Rebeca Arquero, Asier Arranz, Marga Becerra, Jacobo

Bergareche, David Chacón, Diego Continente, Carlos D'Andrea, Pablo Dittborn, Jorge Drexler, José Edelstein, Gonzalo Eltesch, Isabel Espuelas, Leo Farache, Sara Fernández, Gerry Garbulski, David Garrido, Jorge Garrido, Julián Gil, Helena González, Karla Ibarra, Rodrigo Iglesias, Nieves Irigaray, Ignacio Izquierdo, Gabriel León, Esperanza Madorrán, Oriol Marimón, Xurxo Mariño, Manuel Martí, Rosa Montero, Ricardo Moure, Guillermo Negre, Joan Carles Navarro, Nuria Oliveres, Luz Helena Oviedo, Jorge Padín, Manuel Padín, Adriana Partal, Patricia Pascual, Paz Penalba, José Pérez Ledo, Jaime Ponce, Grace Ramroop, Elena Rioja, Julio Rojas, Cristina Romera, Romina Rossi, Francisco Javier Sáenz de Cabezón, Juan Sáenz de Cabezón, Lucía Sáenz de Cabezón, Míkel Sáenz de Cabezón, Javier Santaolalla, Vanessa Sastre, Mariano Sigman, Raquel Soto, Elisa Tobalina, Guillermo Toledo, Nacho Ugarte, Héctor Urién, Pablo Uyarra, Javier Vega y Gabriela Z. Ruiz.

¿Estás listo para aprender a aprender?



El aprendizaje es la capacidad más extraordinaria de nuestro cerebro, lo que equivale a decir que es la capacidad más extraordinaria del ser humano. Que nuestro propio cerebro se modifique físicamente para ser capaz de leer, de tocar la guitarra, de realizar complejos cálculos matemáticos..., es una maravilla sin igual. Podemos cultivar esta habilidad para tener una experiencia del mundo más rica, o bien podemos descuidarla y perder la oportunidad que tenemos cada día al alcance de nuestros sentidos.

¿Se puede aprender durante toda la vida? ¿Soy capaz de aprender algo nuevo? ¿Cuáles son los mejores métodos para aprender? ¿Es verdad que la buena salud se relaciona con el aprendizaje? ¿Y qué tiene que ver este con la felicidad?

A través de estudios científicos de psicología cognitiva y neurociencia, y a partir de su propia experiencia como aprendiz y

enseñante, Eduardo Sáenz de Cabezón -matemático, profesor y divulgador- nos invita a un viaje fascinante por los misterios del aprendizaje para disfrutar de la curiosidad y gozar de una vida mucho más plena.

Eduardo Sáenz de Cabezón (Logroño, 1972) es doctor en Matemáticas, y se dedica a la docencia, la investigación y la divulgación. Desde el año 2001 es profesor en el Departamento de Matemáticas y Computación de la Universidad de La Rioja. Sus estudios se centran en el área del Álgebra Computacional, a la que ha contribuido con numerosos artículos científicos y colaboraciones con matemáticos españoles y europeos. Además, realiza una intensa labor de divulgación de las matemáticas mediante conferencias, espectáculos, charlas y talleres por todo el mundo a los que asisten miles de personas de todas las edades.

Ganador del concurso de monólogos científicos FameLab en 2013 y miembro fundador del grupo Big Van Científicos Sobre Ruedas, es presentador en YouTube del canal *Derivando*, dedicado a las matemáticas y su disfrute. Colabora también en diversos medios de comunicación y es el conductor del programa *Órbita Laika*, de TVE.



Penguin
Random House
Grupo Editorial

Primera edición: septiembre de 2023

© 2023, Eduardo Sáenz de Cabezón

© 2023, Penguin Random House Grupo Editorial, S. A. U.

Travessera de Gràcia, 47-49. 08021 Barcelona

Diseño de portada: Penguin Random House Grupo
Editorial / Laura Jubert

Fotografía de portada: © Getty Images

Penguin Random House Grupo Editorial apoya la protección del *copyright*. El *copyright* estimula la creatividad, defiende la diversidad en el ámbito de las ideas y el conocimiento, promueve la libre expresión y favorece una cultura viva. Gracias por comprar una edición autorizada de este libro y por respetar las leyes del *copyright* al no reproducir ni distribuir ninguna parte de esta obra por ningún medio sin permiso. Al hacerlo está respaldando a los autores y permitiendo que PRHGE continúe publicando libros para todos los lectores. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, <http://www.cedro.org>) si necesita reproducir algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-666-7614-4

Compuesto en leerendigital.com

Facebook: penguinebooks

Twitter: @penguinlibros

Instagram: @edicionesb_es

Spotify: penguinlibros

YouTube: penguinlibros

«Para viajar lejos no hay mejor nave que un libro.»

EMILY DICKINSON

Gracias por tu lectura de este libro.

En **Penguinlibros.club** encontrarás las mejores
recomendaciones de lectura.

Únete a nuestra comunidad y viaja con nosotros.



Penguinlibros.club



Penguin
Random House
Grupo Editorial

   Penguinlibros

[1] Un alma en tensión que está aprendiendo a volar. Mi condición amarrada a la tierra pero decidida a probar. No puedo mantener mis ojos lejos de los cielos que circulan. La lengua atada y retorcida, solo un inadaptado a la tierra, yo.

Índice

Invitación al aprendizaje

Prólogo: Somos un animal que aprende

Primera parte. Se puede aprender a aprender

¿Qué quiero aprender?

¿Por qué aprender esto? ¿Por dónde empiezo?

Planificar el aprendizaje

Estrategia: saber aprender

Aprender con otros

La memoria

Cómo incorporamos nuevos conocimientos

¿La práctica hace al maestro?

Yo no puedo aprender eso

Segunda parte. Aliados del aprendizaje

Curiosidad

Aburrimiento

Dudar

Saber preguntar

Atención y concentración

Error

Feedback

Comprender y elaborar

Dormir

Olvidar

Inconformismo

Epílogo: Aprender a ser creativos, a escribir bien, a hacer buena música

Conclusión: Un resumen de buenas noticias

Bibliografía

Agradecimientos

[Sobre este libro](#)

[Sobre Eduardo Sáenz de Cabezón](#)

[Créditos](#)

[Nota](#)